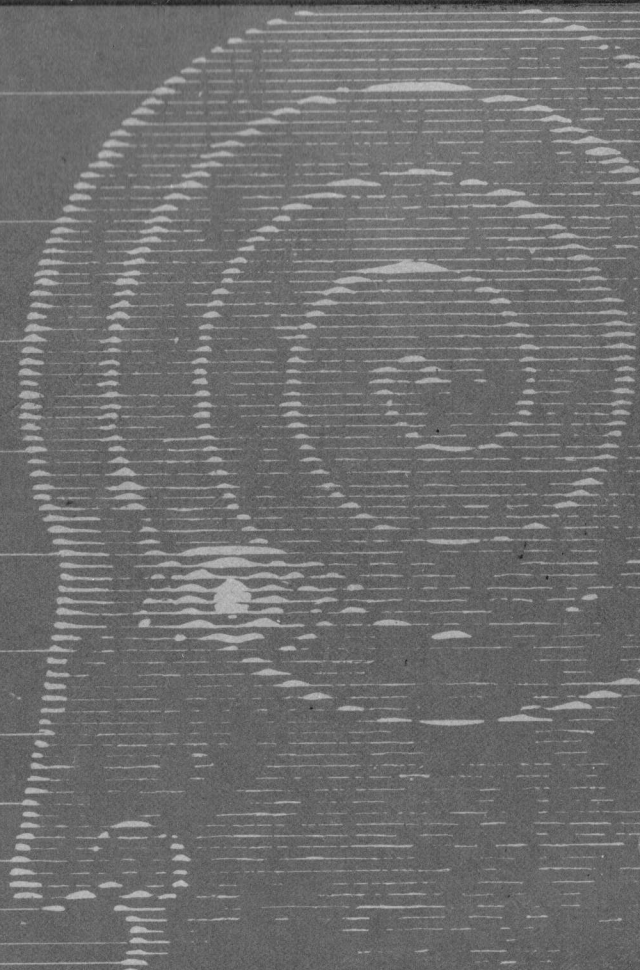
Mihail Florescu

DIMENSIUNILE CUNOAȘTERII



editura politică

CUPRINS

PREFAȚĂ 9

Capitolul I. TEORIA CUNOAȘTERII 13

Incursiuni gnoseologice și epistemologice . . . . . —
Caracterul istoric al cunoașterii 17
Geneza și structura cunoașterii 21
Raportul dialectic dintre posibil și real, senzorial și rațional 23
Progresul în știința cunoașterii 24

Capitolul al II-lea ROLUL MATEMATICII ÎN TEORIA CUNOAȘTERII 26

Expresia matematică a realității fizice 29
Metrica și structura matematică 33
Un istrument de calcul teoretic și practic 34
Matematica și științele experimentale 35
Formularea matematică a legilor naturii 44
Rațiunea pură și matematica 45
Matematica și filozofia 48
Polivalența matematicilor 50
Revoluția matematică 53

Capitolul al III-lea. REALITATEA FIZICĂ ȘI CUNOAȘTEREA ȘTIINȚIFICĂ 55

Realitate și reflectare 64
Instrumentalismul și realitatea fizică 66
Ipoteze și teorii 68

Limitele cunoașterii în domeniul cuantic 74
Progresul în știință și cunoașterea științifică 77
O substanță comună 79
Cunoașterea și tehnica măsurii 80
Criza din fizică 88

Capitolul al IV-lea. DE LA FIZICA INCERTITUDINILOR LA FILOZOFIA COMPLEMENTARISTĂ 95

Încercări de generalizare a complementarității 98
Probleme gnoseologice în fizica cuantică 102
Revenirea fizicii cuantice pe pozițiile determinismului științific 106
Limitele cunoașterii și cunoașterea limitată 109
Calculul probabilității — instrument matematic al reflectării realităților fizice 111
Teoria nivelurilor structurale 115

Capitolul al V-lea. FIZICIENI ÎN DISPUTE FILOZOFICE 118

Determinism și nedeterminism . . . . . —
Raționalismul științific și determinismul 121
Cauzalitate și acauzalitate 124
Conceptul cauzalității în fizica cuantică 127
Probabilismul filozofic și mecanica cuantică 132
Certitudini și incertitudini în microfizică 135
Atomismul cuantic și energetismul 137
Particulele materiale și cîmpurile fizice 140
O nouă afirmare a determinismului în mecanica cuantică 146
O masă rotundă despre mecanica cuantică și relativistă . 149
Interpretarea cauzală în mecanica cuantică 156

Capitolul al VI-lea. LEGITĂȚI ȘI LEGI ÎN NATURĂ ȘI SOCIETATE 166

Legitatea în natură și societate . . . . . —
Domeniile de valabilitate a legităților mecanicii clasice . . 172
Legitățile domeniului cuantic 176
Hazard și necesitate 178
Legități naturale și legități sociale 183
O încercare de clasificare a legilor 185

Capitolul al VII-lea. SECOLUL XX — SECOLUL REVOLUȚIILOR 188

Revoluția științifico-tehnică . . . . . —
Revoluția în științele naturii 191
De la revoluția tehnologică la revoluția industrială . . . 195
Revoluția cibernetică și explozia informatică 198
Revoluția în științele umanistice 205
Revoluția socialistă și științele sociale 214
Bazele teoretice ale revoluției în știință 220
Cunoașterea și previziunea științifică 224
Cercetarea viitorului 229

PREFAȚĂ

Extinderea imensă a cunoașterii în știință și în filozofie a determinat apariția unui mare număr de lucrări în domeniul epistemologic. Teoria cunoașterii a devenit obiectul unor studii și dezbateri științifice în lucrări și congrese, ca o necesitate obiectivă de a sistematiza cunoașterea în general și cunoașterea științifică în particular.

În procesul desfășurării revoluției științifico-tehnice și a revoluției sociale, cunoașterea a pătruns în domeniile neexplorate pînă azi ale microstructurii particulelor materiale, fizica energiilor înalte lărgindu-și mereu sfera cunoașterii, structurile atomice sînt mai bine cunoscute, procesele chimice din structurile moleculare sînt mai bine descifrate, iar biologia moleculară dezvăluie mereu din tainele vieții. Numeroase teorii din știința clasică au făcut loc noilor teorii, care s-au afirmat printr-un uriaș efort de cercetare științifică, în dezbateri și polemici de mari proporții, care au provocat crize științifice în mecanică și fizică, în chimie și biologie, în etnografie și lingvistică, în astronomie și cosmologie. În procesul răsturnării și afirmării unor noi teorii din științele naturii și sociale, al dispariției și apariției unor curente în științele umanistice și filozofice, cunoașterea și-a lărgit mereu limitele, de fapt cunoașterea s-a dovedit fără limite. Apariția unei științe noi, cibernetica, a făcut ca teoria informației și teoria cunoașterii să se dezvolte într-o nelimitată reciprocitate, tehnica electronică de înregistrare a informației, de prelucrare și calcul permițînd extinderea cunoașterii

în proporții foarte mari. În aceste condiții era logic să apară un mare număr de lucrări în domeniul cunoașterii, să se lărgească teoriile din acest domeniu și mijloacele tehnice de interpretare, să se profileze o mare diversitate de școli, curente, tendințe. S-a ajuns în același timp la necesitatea de a delimita obiectul gnoseologiei, ca teorie generală a cunoașterii, de epistemologie, ca teorie a cunoașterii științifice.

Apariția lucrării lui Georg Lukács Contribuții la ontologia existenței sociale a deschis un cîmp larg de delimitare a gnoseologiei de ontologie și a pus în lumină dependența primei de a doua, trecerea gnoseologică de la intelect la rațiune, precum și necesitatea cunoașterii cît mai adecvate a realității. Dacă lucrarea își pune drept scop să arate importanța ontologiei pentru filozofie, în același timp ea scoate în evidență necesitatea lărgirii studiului în gnoseologie.

Din acest ultim punct de vedere, o atenție specială merită Epistemologia genetică a lui Jean Piaget, care consideră că analiza genezei, a formării și dezvoltării cunoașterii, este singura în măsură să permită o analiză științifică a concepțiilor și teoriilor în știință. Epistemologia genetică se integrează în epistemologia generală, așa cum releva Piaget, dar se deosebește de epistemologia clasică atît prin metoda sa de cercetare istorico-critică, cît și prin extinderea epistemologiei la toate ramurile științei. Piaget arată că, în concepția sa, cunoașterea necesită o elaborare nouă, continuă, marea problemă a epistemologiei fiind aceea de a concilia crearea noutății cu latura sa formală de elaborare și cea reală, care să-i permită cucerirea obiectivității. Noi am spune că aceasta este lupta dintre vechi și nou, pentru înlăturarea a ceea ce este perimat și afirmarea a ceea ce este nou și deschide noi căi de cunoaștere în știință.

Extinzînd principiile epistemologiei genetice la științele sociale, L. Goldman pune bazele structuralismului genetic, pe care îl concepe ca o sinteză între judecățile de fapt și judecățile de valoare, între comprehensiune și explicație, între determinism și finalism. El consideră că epistemologia sociologiei trebuie să abordeze în același timp studiul cunoașterii sociologice și pe acela al socio-

logiei cunoașterii. Dar epistemologia a pătruns recent în științele sociale și umanistice, ceea ce determină nivelul încă embrionar al studiilor și lucrărilor elaborate.

Lucrarea lui K. Popper Logica și descoperirea științifică extinde analiza logică în domeniul epistemologic, considerînd că vechiul ideal al științei ca epistemé este doar un ideal, orice enunțare fiind cu titlu de încercare. Adoptarea conceptului de falsifiabilitate drept criteriu de verificare experimentală a unui sistem teoretic a stîrnit discuții îndeosebi printre convenționaliști, pentru care știința teoretică despre natură nu este o reflectare a naturii, ci o simplă construcție logică. K. Popper distinge net falsifiabilitatea de falsificare. Teoria este falsifiabilă cînd se acceptă enunțări care sînt în contradicție cu ea.

Apariția monografiei lui Thomas S. Kuhn The structure of scientific revolutions, cu privire la istoria științei, aduce un fel nou de a privi descoperirea teoriilor, gruparea unui număr de adepți în prima fază și apariția posibilității de a soluționa alte probleme din domeniul respectiv, constituind cele două caracteristici pentru formarea paradigmelor.

Există o caracteristică comună a lucrărilor epistemologice care au apărut în a doua parte a secolului al XX-lea și anume: cunoașterea științifică are un caracter istoric, creșterea sa se desfășoară într-un proces dialectic al apariției și dispariției teoriilor, proces în care ea pătrunde tot mai adînc în domeniile structurilor materiale și spirituale, descifrînd mai bine legătura dialectică dintre esență și fenomen, structură și funcțiune.

Se mai remarcă faptul că, dacă epistemologia clasică se referea, de regulă, la științele naturii, ea s-a extins în epoca contemporană și la științele sociale și umanistice.

S-ar putea obiecta că delimitarea între gnoseologie, ca teorie a cunoașterii în general, și epistemologie, ca teorie a cunoașterii științifice, operează o ruptură între filozofie și știință. Rezultatele epistemologiilor de ramură însă se cer în permanență integrate unor perspective mai largi, ceea ce presupune un cadru filozofic adecvat unei sinteze creatoare. Cunoașterea cu scopul nu numai de a interpreta existența lumii, ci și de a o schimba în direcția dezvoltării sale dialectice, cunoscutul îndemn al lui Marx

din Teze despre Feuerbach, *este valabil pentru orice domeniu al științei, nu numai în filozofie. De aici poziția militantă, critică și combativă ce va fi permanent prezentă în lucrare. Simbioza dintre teoria și practica revoluționară este valabilă nu numai în domeniul social, dar și în orice ramură a științei. Cel puțin aceasta este credința autorului.*

Capitolul I

TEORIA CUNOAȘTERII

INCURSIUNI GNOSEOLOGICE ȘI EPISTEMOLOGICE

Cunoașterea a însoțit pe om de la primele manifestări ale procesului muncii, de la primele ciocniri conștiente dintre om și forțele naturii. În esență, cunoașterea este specific umană, nu are caracter transcendental. Cunoașterea însoțește gîndirea, contribuie la dezvoltarea sa continuă. Nu întîmplător, de la cele mai vechi culturi pînă în zilele noastre, cunoașterea era integrată în filozofie, ca, pe măsura lărgirii sale, să devină o disciplină filozofică de-sine-stătătoare.

Teoria cunoașterii, în forma sa cea mai generală, este obiectul unei discipline filozofice, *gnoseologia ;* și, într-o formă particulară, care se referea la început la științele naturii și apoi s-a extins la toate ramurile științei, formează obiectul *epistemologiei.*

Teoria materialistă a cunoașterii pleacă de la principiul fundamental al recunoașterii existenței realității obiective, independent de conștiința omului, precum și al cognoscibilității lumii prin reflectare.

Dialectica consideră cunoașterea o categorie istorică, care se perfecționează continuu, tinde să reflecteze cît mai obiectiv și exhaustiv realitatea, se află într-o continuă mișcare de progres.

Acumulările în cunoaștere sînt impresionante. În ultimele două secole ritmul descoperirilor, al elaborării ipotezelor și teoriilor în toate domeniile s-a intensificat într-o măsură necunoscută încă, cunoștințele continuînd să se lărgească în proporții de masă. „Se știe — sublinia tova-

rășul Nicolae Ceaușescu — că o caracteristică fundamentală a dezvoltării societății contemporane este amploarea fără precedent a cunoașterii, dezvoltarea vertiginoasă a tuturor științelor, a volumului de date care oferă cheia înțelegerii fenomenelor naturii, vieții și societății. S-a acumulat un tezaur imens de valori spirituale, de înțelepciune condensată și nici un om care vrea să fie la înălțimea epocii nu mai poate face abstracție de existența lui" [1]. Arătînd în continuare importanța pentru știință a pătrunderii omului în cosmos și aselenizării, a lărgirii *în mod incomensurabil* a orizontului de cunoaștere și gîndire, tovarășul Nicolae Ceaușescu încheie : „Demonstrînd infinitatea și materialitatea lumii, el își dă seama tot mai bine de caracterul nelimitat al cunoașterii, se simte îndemnat să-și lumineze tot mai mult mintea, să pășească și mai curajos înainte spre descoperiri și adevăruri noi" [2]. Dialectica naturii consideră existența fără limite atît către infinitul mare, în macrostructura cosmosului, cît și spre infinitul mic, în microstructura particulelor, ceea ce determină și *caracterul nelimitat al cunoașterii.*

Considerentele lui Lenin cu privire la cunoaștere scot în evidență caracterul dialectic al cunoașterii, dezvoltarea sa în mod permanent, într-un proces complex de gîndire creativă, de lupte de idei, de curente și de școli. Caracterul relativ al reflectării naturii în conștiință, precum și dimensiunile fără limite ale cunoașterii sînt elemente ale progresului în știință ; în unele perioade progresul are un caracter evolutiv lent, în alte perioade este rapid ; în aceste condiții se realizează saltul revoluționar în știință, apar și dispar teorii, se revoluționează mijloacele tehnice și tehnologice ale producției materiale, se îmbogățește cunoașterea în științele umanistice și filozofice.

Lenin sublinia faptul că niciodată cunoașterea nu va fi totală, nu va putea reprezenta natura în totalitatea sa, deoarece aceasta este infinită și se află într-o mișcare și dezvoltare continuă. Acest caracter relativ al cunoașterii nu are nimic comun cu agnosticismul pozitivist, după cum caracterul dinamic al dezvoltării nu poate pune în

[1] Nicolae Ceaușescu. *România pe drumul construirii societății socialiste multilateral dezvoltate*, vol. 4, București, Editura politică, 1970, p. 321.
[2] *Op. cit.*, p. 322.

discuție valabilitatea și importanța genetică a cunoașterii, etapele sale de formare și dezvoltare.

Formarea noțiunilor, conceptelor, descoperirea legilor, a categoriilor este de asemenea un proces dialectic de perfecționare continuă. „Conceptul (cunoașterea) — scrie Lenin — descoperă în ființare (în fenomenele nemijlocite) esența (principiul cauzei, identității, diferenței etc.) ; acesta este, de fapt, *mersul general* al întregii cunoașteri omenești (al întregii științe) în general. Acesta este și mersul *științelor naturii* și *al economiei politice* (și al istoriei)" [3]. Conceptul trebuie să descopere în fenomene esența, numai în acest mod cunoașterea are caracter științific.

Analizînd *geneza conceptului*, Henri Wald, în *Elemente de epistemologie generală*, subliniază faptul că, „în concepția materialist-dialectică despre noțiune, ontologia studiază unitatea dintre sensibil și inteligibil, gnoseologia cercetează saltul prin care gîndirea reflectă inteligibilul, iar logica analizează structura formală pe care o dobîndește cunoașterea inteligibilului" [4]. Este o viziune cuprinzătoare a procesului dialectic al cunoașterii, al caracterului ontic, gnoseologic și logic al cercetării naturii, societății și gîndirii pentru descoperirea realităților obiective, legătura indisolubilă dintre teorie și practică, abstractizare și generalizare. Explicarea științifică a *noțiunii* pleacă de la practica socială și de la cunoașterea obiectului. După cum scrie Wald, obiectul cunoașterii este unitatea dialectică dintre sensibil și inteligibil, iar cunoașterea obiectului este unitatea dialectică dintre experiență și rațiune. Procesul dialectic al cunoașterii pleacă de la reflectare la interpretare și de la interpretare la transformare. Cunoașterea nemijlocită a fenomenelor și descoperirea existenței lor se realizează într-un proces dialectic care leagă reflectarea de rațiune, rațiunea teoretică de acțiunea practică, fie că este vorba de cunoașterea și supunerea forțelor naturii, fie de legitățile sociale.

Într-o lucrare colectivă sub conducerea lui G. Koursanov, se arată : „Teoria cunoașterii are în vedere legile principale ale procesului cognitiv, metodele, procedeele și

[3] V. I. Lenin. *Opere complete*, vol. 29, București, Editura politică, 1966, p. 278.
[4] H. Wald. *Elemente de epistemologie generală*, București, Editura științifică, 1967, p. 15.

modurile generale de cunoaștere de către om a lumii înconjurătoare“ [5]. Prin aceasta se remarcă faptul că teoria cunoașterii nu are ca obiect numai procesul de lărgire a cunoașterii, ci și geneza, formarea, dezvoltarea cunoașterii, apariția și dispariția conceptelor, descoperirea legilor care guvernează procesul dialectic al cunoașterii.

Cunoașterea apare în procesul reflectării realității obiective fie prin observații directe, fie prin deducții logice, raționamente teoretice, care trebuie să fie confirmate de practică. În acest mod cunoașterea devine științifică.

Materialismul dialectic atribuie un rol decisiv practicii în cunoaștere, dar în același timp consideră raționamentul teoretică un element fundamental în previziunea științifică și lărgirea cunoașterii.

Trebuie însă subliniat faptul că materialismul dialectic consideră cunoașterea nu numai din punctul de vedere al contemplării lumii, ci și ca un element hotărîtor al marilor transformări sociale, al punerii forțelor naturii în slujba oamenilor, al realizării acelor condiții materiale care asigură dezvoltarea socială și spirituală neîntreruptă a omenirii.

La al optulea Congres internațional de filozofie, care s-a ținut la Praga în 1936, Gaston Bachelard începea comunicarea sa cu aceste întrebări : Conceptul de limită a cunoașterii are un sens absolut ? Este oare posibil să se traseze frontierele gîndirii științifice ? În decursul expunerii sale, Bachelard ia în considerație faptul că știința își trasează propriile frontiere, dar pentru spiritul științific *a trasa net o frontieră înseamnă a o depăși.* Frontiera științifică nu este o limită, ci o zonă de gîndire, care va deschide frontierele spre cercetarea zonelor necunoscute din care va apărea într-un proces dialectic de formare noua cunoaștere.

Cunoașterea nu are frontiere, limitele sale sînt relativ determinate pentru un anumit stadiu al științei. În această situație Bachelard consideră că sarcina *filozofiei științifice* este „să erodeze din toate părțile limitările inițiale, să reformeze cunoașterea neștiințifică, care pune obstacole întotdeauna cunoașterii științifice“ [6]. Istoria științei

[5] *Problèmes fondamentaux du matérialisme dialectique*, Editions de Moscou, 1967, p. 336.

[6] *Epistemologie, orientări contemporane*, București, Editura politică, 1974, p. 32.

reliefează faptul că orice încercare de limitare a cunoașterii s-a izbit de hotărîrea omului de știință de a promova noul în cunoaștere. *E pur si muove* va rămîne pentru totdeauna expresia revoltei omului de știință împotriva stagnării în știință, a dogmatismului, a pietrificării gîndirii științifice.

Jocul științei este în principiu fără sfîrșit, scrie K. Popper. O teorie apare și deschide o nouă zonă a cunoașterii, care determină fie lărgirea spațiului de cuprindere a teoriei, fie apariția unei noi teorii care să reflecte gradul nou de cunoaștere. *Teoria științifică se schimbă continuu*, spirala cunoașterii teoretice și practice desfășurîndu-se fără sfîrșit. *Cunoașterea*, ca și *existența* sînt fără limite.

CARACTERUL ISTORIC AL CUNOAȘTERII

Cunoașterea are un caracter istoric, relativ și dinamic în același timp. Fără creșterea volumului de cunoștințe în științele naturii și lărgirea instrumentelor de abstractizare din științele exacte n-ar fi fost posibil acest salt calitativ care îl reprezintă revoluția științifico-tehnică, după cum fără cunoașterea adîncă și analiza fenomenelor sociale, fără generalizarea rezultatelor din practica socială revoluționară n-ar fi fost cu putință să se realizeze o conducere științifică a revoluției sociale.

Din punct de vedere epistemologic, relativitatea reflectării nu contrazice realitatea ontică, ci arată doar că este aproximativă, depinzînd de nivelul dezvoltării în științele naturii, de nivelul gnoseologic și concepțiile filozofice despre lume. Dialectica naturii determină caracterul dinamic al cunoașterii, mișcarea materiei de la particule și atomi la om și societate, gîndire și conștiință determină caracterul dinamic în lumea neînsuflețită și cel al dezvoltării neîntrerupte în lumea ființelor și a societății umane.

Jean Piaget arată că se poate defini de o manieră generală epistemologia genetică ca *„studiul trecerii de la stări de mai puțină cunoaștere la stări de cunoaștere mai avansată“* [7] ; în același timp, analiza genetică nu are importanță decît combinată cu analizele directe, formalizante

[7] *Logique et connaissance scientifique*, sous la direction de Jean Piaget, *Encyclopédie de la Pleiade*, Paris, 1967, p. 127.

și istorico-critice, această definiție putînd fi considerată valabilă și pentru întreaga epistemologie. Trecerea la o stare superioară de cunoaștere necesită analiza procesului dialectic de apariție a elementelor noi în cunoaștere, lupta dintre contrarii, dintre vechi și nou, trecerea de la starea embrionară a noului la afirmarea sa în știință. Trecerea de la formele inferioare la formele superioare ale cunoașterii urmează un proces dialectic, istoric, cantitativ prin creșterea volumului de cunoștințe, calitativ prin apariția unor concepte noi, a unor teorii științifice mai adecvate, cel puțin pentru un anumit stadiu epistemologic.

Funcția cognitivă a memoriei a jucat un rol deosebit în procesul apariției civilizațiilor de-a lungul mileniilor. În primele civilizații această funcție a fost hotărîtoare. O primă revoluție în transmiterea cunoștințelor de la o generație la alta a fost realizată de apariția scrisului, a *alfabetului,* funcția cognitivă a memoriei putîndu-se transmite în condiții mai bune. A doua revoluție în transmiterea cunoștințelor a fost opera *tiparului.* Răspîndirea cunoștințelor a luat proporții de masă. Ramurile științei au crescut în așa măsură, încît a apărut necesitatea unor sistematizări, a unor clasificări care să stabilească mai ordonat gruparea cunoștințelor, transmiterea lor, să înlesnească căile științifice ale cercetării. A treia mare revoluție în sistemele de înregistrare și transmitere a cunoașterii, a informației o constituie apariția *ciberneticii.*

Funcția cognitivă ca memorie care se înregistra în creierul uman este secondată de memoria ciberneticii, prin înregistrarea informațiilor, clasarea și transmiterea lor prin sistemele tehnice de calcul electronic. Memoria electronică se dovedește cu mult mai vastă decît memoria umană. Înregistrarea și transmiterea informației se face în condiții mai rapide, mai concentrate, mai stabile. Ceea ce deosebește cele două memorii, și aceasta este esențial, este faptul că funcția cognitivă umană este rezultatul reflectării realității obiective ; memoria umană nu numai că înregistrează și transmite, ci, prin conștiință, interpretează, acționează, ceea ce nu realizează memoria electronică. În fond, aceasta permite o mai largă folosire a cuceririlor în cunoaștere, alimentează gîndirea umană cu un val uriaș de informații, dozate pe probleme, o înregistrare foarte concentrată, economică, de durată, ceea

ce permite sistematizarea și generalizarea în elaborarea teoriilor și descoperirea legităților din natură și societate.

Odată cu lărgirea cunoștințelor, pe măsură ce cunoașterea a pătruns adînc în structura existenței materiei, a fenomenelor naturii, a evenimentelor sociale, a determinat constituirea unor noi discipline științifice, a unor mari subdiviziuni în științele clasice.

La începutul secolului, cînd descoperirile din fizica cuantică și relativistă veneau în contradicție cu teoriile clasice, s-au întețit și luptele dintre concepțiile despre lume, dintre materialismul științific și idealism, îndeosebi concepțiile pozitivismului, ale empirismului și agnosticismului. În aceste împrejurări, V. I. Lenin a elaborat geniala sa lucrare *Materialism și empiriocriticism,* în care combate de pe pozițiile materialismului dialectic poziția empiriocriticismului în filozofie și dă o interpretare științifică noilor descoperiri din fizică.

Trei decenii mai tîrziu, la Congresul de fizică Solvay din 1927, un număr de savanți, pe baza descoperirii de către Heisenberg a relațiilor de *incertitudine,* precum și a introducerii calculului probabilității în mecanica cuantică de către Born, au considerat că în acest domeniu nu se mai aplică principiile cauzalității și ale determinismului, nu există realități fizice, ci numai abstracțiuni matematice. Concluzia *dispariției materiei* din epoca lui Mach, Avenarius, Oswald a reapărut sub forma *dispariției realității fizice* în mediu cuantic, subatomic ; *energetismul* a reapărut sub forma sa inițială, transplantat în domeniul cuantic. Heisenberg, Born, Bohr au fost susținătorii acestor concepții, care decenii de-a rîndul au frămîntat fizica și filozofia. Împotriva agnosticismului și nedeterminismului în știință, a probabilismului în filozofie s-au ridicat savanți de renume mondial, ca Max Planck, autorul teoriei cuantice, Albert Einstein, care a pus bazele teoriei relativității moderne și a enunțat teoria cuantică a luminii, Broglie și Schrödinger, întemeietorii mecanicii ondulatoare, Max von Laue, părintele cristalografiei moderne, Paul Langevin, a cărui contribuție în teoria cuantică și a relativității este bine cunoscută, savanții sovietici Vavilov, a cărui lucrare despre microstructura luminii a adus o mare contribuție științifică în teoria luminii, Blohințev și Terleski, cu mari contribuții în mecanica cuantică.

Contrar teoriilor nedeterministe și probabiliste, cunoașterea a pătruns adînc în structura atomică și nucleară, în structura microparticulelor. Descoperirea și aplicarea practică a fisiunii și fuziunii atomice, fisiunea nucleelor atomice prin bombardamentul neutronic, eliberarea enormelor energii atomice și nucleare, descoperirea unui mare număr de particule materiale care nu sînt elementare ci au structuri complexe, a radiației laser stimulate prin schimbarea nivelurilor energetice atomice prin acțiunea protonilor asupra electronilor, toate acestea confirmă existența realității fizice, obiective, în lumea microobiectelor. Ele confirmă principiul materialismului dialectic al inepuizabilității structurii materiei și al manifestărilor sale funcționale.

Istoria științei este plină de exemple cînd experiența, practica au precedat rațiunea teoretică. Legăturile dintre rațiune și experiență, teorie și practică sînt reciproce, de natură să nu se poată delimita strict aprioritatea și posterioritatea pentru una dintre ele, după cum nu se poate considera că întotdeauna asemenea relații există numai între matematică și fizică. La începuturile civilizației, întîi a apărut necesitatea de a măsura și apoi a apărut matematica — aritmetica și geometria.

Calculul infinitezimal a fost descoperit de Newton și Leibnitz ca o necesitate de a explica teoretic, de a generaliza descoperirile din mecanica rațională și fizica clasică.

Se poate însă admite că dacă în prima perioadă a civilizației cunoașterea era determinată de practică, în perioada cînd acumulările gnoseologice și epistemologice au crescut considerabil și se dispune de un instrument intelectual ca matematica modernă, elaborarea unor teorii pe baza rațiunii științifice poate să premeargă observarea sau experimentarea practică, urmînd criteriul fundamental al valabilității, așa cum s-a întîmplat și cu teoria relativității. În acest caz, matematica și rațiunea joacă rolul de *apriori* și fizica cel de *aposteriori*. Dar și în acest caz se realizează legături de reciprocitate, rațiune $\rightleftarrows$ experiență, încît una fără alta n-ar putea duce la dimensiunile cunoașterii din zilele noastre.

Pe diverse trepte ale civilizației, rolul s-a inversat, fără ca să existe o lege absolută de aprioritate pentru una sau alta din activitățile teoretice sau practice. Dar toate acestea n-au nimic cu apropriorismul gnoseologic din filozofia kantiană.

GENEZA ȘI STRUCTURA CUNOAȘTERII

Jean Piaget explică motivul pentru care a numit epistemologia sa genetică și, dorind să nu se opună geneza cunoașterii „celorlalte faze ale construcției continue a cunoștințelor", arată că *marea lecție* este „de a arăta că nu există niciodată începuturi absolute" [8]. Poziția sa împotriva apriorismului în teoria cunoașterii are o mare însemnătate științifică, deoarece există o recunoaștere unanimă a meritului marelui savant în afirmarea epistemologiei ca știință. Concluziile lucrării citate nu lasă nici un fel de portiță deschisă imobilismului în teoria cunoașterii, a caracterului procesual, de la formele cele mai simple către formele superioare, niciodată atinse, ale cunoașterii : „Or, analizînd stadiile cele mai elementare, epistemologia genetică a putut arăta că formele inițiale ale cunoașterii erau cu mult mai diferite de formele superioare decît s-ar crede și că, în consecință, construcția acesteia a avut de parcurs un drum cu mult mai lung, cu mult mai dificil și, în special, cu mult mai imprevizibil decît ne putem imagina" [9].

Caracterul dialectic al cunoașterii determină ca aceasta să fie rezultatul luptei dintre vechi și nou, al unității și luptei contrariilor. Cunoașterea se perfecționează și se lărgește continuu, cu fiecare nouă descoperire în știință, și cum revoluția în știință a adus o infinitate de noi cunoștințe, din punct de vedere gnoseologic și epistemologic ne găsim de asemenea în plină revoluție.

Cunoașterea este un proces continuu al reflectării realității obiective în conștiință. Procesul gnoseologic este științific dacă reușește să reflecte realitatea obiectivă. Acest proces se realizează în cercetarea științifică fundamentală și aplicativă și se verifică în practica îndeletnicirilor umane.

O importanță deosebită pentru cunoașterea adevărului o are analiza sau dezbaterea critică. Într-o lucrare colectivă, *Épistémologie et marxisme*, publicată sub îngrijirea lui Christian Bourgois și Dominique de Roux, în prefață se remarcă : „Epistemologia este locul unei critici permanente, care nu poate decît să pună în discuție

[8] J. Piaget. *L'Épistémologie génétique*, Presses Universitaires de France, Paris, 1970, p. 7.
[9] *Op. cit.*, p. 123.

orice tentativă de a descrie o dialectică definitivă a gîndirii, însă nimic nu interzice de asemenea ca o cercetare epistemologică să poată răspunde de o manieră pertinentă la oricare problematică de tip marxist“ [10].

În aceeași lucrare, într-un interviu, biologul francez Jacques Monod spune : „Această critică face parte din etica cunoașterii obiective ; este suficient să se analizeze modul de gîndire științifică, *la demarche scientifique*, pentru a vedea în ce măsură este aceasta evident, aceasta însă, mai bine s-o repetăm, fiindcă depinde de comunicare și critică. Astfel încît critica devine o îndatorire atît de imperioasă ca însăși propunerea“ [11]. Atitudinea critică în știință față de concepte și teorii, o analiză științifică a concepțiilor pe măsura apariției unor noi elemente în cunoaștere determină progresul în știință, un proces dialectic continuu, în spațiu și timp. Numai o atitudine critică activă, științifică, obiectivă, de la expuneri în lucrări și comunicări la polemica științifică în dezbateri publice poate mișca cunoașterea înainte spre o reflectare cît mai veridică a realității obiective.

Procesul elaborării unor noi teorii în știință și afirmarea valabilității lor prin testare a fost examinat și de K. Popper în comunicarea la al treilea Congres internațional pentru logică, metodologie și filozofia științei. Evaluarea critică a oricăror teorii științifice, *testarea critică severă*, exigentă, prin măsură, observare, experimentare a concluziilor teoretice, este singurul criteriu științific de afirmare a teoriei. De la elaborarea ipotezei la enunțarea teoriei este o perioadă întreagă în care testarea științifică și dezbaterea critică confirmă nevalabilitatea vechii concepții și valabilitatea teoriei noi, care deschide noi cîmpuri de cercetare în structura existenței. K. Popper consideră că analiza critică a teoriei este un element fundamental de progres în știință. „Evaluarea este întotdeauna *critică* și scopul ei este *descoperirea* și *eliminarea erorii*. Creșterea cunoașterii — și astfel procesul de învățare — nu este un proces de repetiție sau cumulativ, ci unul de eliminarea erorii“ [12].

[10] *Épistémologie et marxisme*, Union Générale d'Editions, Paris, 1972, p. 7.
[11] *Op. cit.*, p. 29.
[12] *Epistemologie, orientări contemporane*, București, Editura politică, 1974, p. 113.

Examinarea critică și testarea științifică a teoriei sînt mijloacele prin care nu numai că se elimină erorile, dar în același timp se extinde valabilitatea teoriei respective și în alte domenii în care s-a afirmat inițial. Teoria cuantică a fost enunțată de către Planck pentru domeniul radiațiilor negre, ca la o scurtă perioadă Einstein s-o extindă la radiațiile de lumină și să pună astfel bazele teoriei fotonice a luminii ; apoi Louis de Broglie a extins teoria cuantică la toate particulele materiale, la electroni în primul rînd. Extinderea valabilității teoriei cuantice la toate structurile microobiectelor, enunțarea legilor care guvernează domeniul microstructurilor s-au făcut în dezbateri critice de mari proporții între fizicieni, dezbateri ce au depășit granițele fizicii, afectînd domeniul filozofiei.

RAPORTUL DIALECTIC DINTRE POSIBIL ȘI REAL, SENZORIAL ȘI RAȚIONAL

Raportul dintre posibil și real a fost obiectul dezbaterilor din filozofia din toate timpurile. Jean Fourastié prezintă astfel posibilitățile explorării realului : „Primul demers al spiritului științific experimental este *explorarea realului* ; acest demers, primul în ordine logică, este și esențialul : metoda experimentală recunoaște că realul nu poate fi identificat nici prin gîndirea spontană, nici prin gîndirea rațională ; realul nu poate fi *descoperit* decît printr-o informare senzorială metodică ; adică prin anchete organizate, controlate, confruntate, ce înregistrează percepțiile pe care omul le poate trage din *simțurile* sale și din *instrumentele* care prelungesc aceste simțuri, multiplicîndu-le și precizînd slaba lor putere“ [13]. Contrar părerii lui Fourastié, explorarea realului se poate face cu succes și pe calea gîndirii teoretice, cu condiția ca teoria să fie confruntată prin verificări experimentale, observări sau măsurări. Științele moderne cunosc numeroase confirmări teoretice, de la descoperirea elementelor chimice indicate de tabelul lui Mendeleev din secolul trecut la strălucitele confirmări ale teoriei relativității din secolul nostru și descoperirea unor particule inițial

[13] J. Fourastié. *Les conditions de l'esprit scientifique*, Paris, Ed. Gallimard, 1966, Colection *Idées*, p. 133.

indicate prin numeroase interpretări teoretice, ca : pozitronul, miuonul, neutrinul.

Filozoful francez Gaston Bachelard, reprezentant al curentului raționalist, scrie cu privire la legătura ce trebuie să existe între raționalism și experimentare : „O dată mai mult ajungem la această concluzie filozofică că un realism științific este necesarmente un realism muncit. Se înțelege de la sine că munca experimentală este aici sub strînsa dependență a unui raționalism progresiv. Noi revenim neîncetat la acest centru filozofic pe care l-am desemnat în lucrarea noastră «Raționalismul aplicat», ca centru activ unde se face schimb de adevăruri ale rațiunii și adevăruri ale experienței“ [14].

Adevărurile rațiunii trebuie să primească confirmarea experienței și numai atunci devin *adevăruri*, cu atît mai mult cînd este vorba de științele naturii, pentru care criteriul experienței, al observărilor și măsurărilor este hotărîtor în confirmarea ipotezelor și generalizarea teoriei.

PROGRESUL ÎN ȘTIINȚA CUNOAȘTERII

Pe măsură ce cunoașterea pătrundea din domeniul observării directe în vastele domenii ale microfizicii particulelor și în macrodimensiunile universului, a apărut și mai evident caracterul relativ al cunoașterii. Teoria relativității restrînse, care este o teorie a spațiului și timpului, teoria relativității generalizate, fiind o teorie a gravitației universale, dezvăluie necesitatea unui sistem de coordonate spațio-temporale cvadridimensionale pentru a putea cunoaște evenimentele din univers. Albert Einstein a plecat de la faptul că mișcarea în spațiu și timp determină și caracterul relativ al cunoașterii și, consecvent acestui principiu, a elaborat și a treia etapă a teoriei relativității, teoria relativității cîmpului unificat, sugerînd că în continuare va fi necesar să se treacă la mai multe coordonate pentru a reflecta mai bine realitatea fizică.

Dialectica dezvoltării în natură, societate și gîndire este determinată de mișcarea materiei și prin aceasta este relativă în spațiu și timp, precum cunoașterea.

[14] G. Bachelard. *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, Presses Universitaires de France, 1951, p. 89.

Fără îndoială că atunci cînd cunoașterea pătrunde mai adînc în formele superioare ale mișcării, dificultățile analizei și interpretării științifice cresc, așa cum se întîmplă în domeniul social sau în filozofie.

Progresul în științele naturii și sociale nu a fost niciodată constant. Din timpurile cele mai vechi s-a observat acest proces cu caracter istoric. Într-o scrisoare adresată de Epicur lui Herodot se remarcă : „Rațiunea perfecționează cunoștințele date de către natură și adaugă apoi invenții noi, în unele domenii mai încet, în altele mai repede, în unele perioade și timpuri produce lucruri mai mari, în altele mai mici“ [15].

Este neîndoielnic că progresul în cunoaștere determină și progresul social, în măsura în care cunoașterea, revoluția în știință și tehnică determină schimbări și în producția bunurilor materiale ; el nu creează numai condițiile dezvoltării producției bunurilor materiale, ci și a forțelor sociale, progresului în științele sociale și influențează revoluția socială.

[15] Epicur. *Lucreţiu*, București, Editura de stat, 1950, p. 26.

Capitolul al II-lea

ROLUL MATEMATICII ÎN TEORIA CUNOAȘTERII

Matematica, ca dealtfel toate celelalte ramuri ale științei, a apărut și s-a dezvoltat în fazele sale inițiale din necesitățile vieții materiale ale oamenilor. Treptat, a devenit și un important instrument teoretic, care, prin abstracție, a trecut de la particular la general. Metodele matematice au devenit mijloace importante pentru elaborări teoretice în toate științele naturii, tehnice, sociale. N-ar fi fost de conceput dezvoltarea marii industrii, a mașinilor și instalațiilor, a construcțiilor de orice fel fără sprijinul unor calcule matematice, care stau la baza concepției moderne de proiectare. Întreaga dezvoltare științifică și economică n-ar fi fost posibilă fără dezvoltarea multilaterală, atotcuprinzătoare a metodelor matematice. Iată de ce obiectul matematicii este strîns legat de ceea ce numește Engels *un material foarte real*. „Matematica pură are drept obiect formele spațiale și raporturile cantitative ale lumii reale, adică un material foarte real. Faptul că acest material apare într-o formă foarte abstractă nu poate ascunde decît superficial proveniența lui din lumea exterioară. Pentru a putea cerceta însă aceste forme și raporturi în forma lor pură, e necesar ca ele să fie complet despărțite de conținutul lor, care să fie lăsat la o parte ca ceva indiferent ; astfel se obțin punctele fără dimensiuni, liniile fără grosime și lățime, a și b, x și y, constantele și variabilele și abia la urmă de tot se ajunge la creațiile și la produsele imaginației proprii libere ale intelectului, și anume la mărimile imaginare. Nici deducerea aparent aprioric a mărimilor matematice

una din alta nu dovedește originea lor aprioric, ci numai legătura rațională dintre ele“ [1].

Ca oricare știință, matematica s-a format și dezvoltat din practica de producție a bunurilor materiale ale societății. A fost însă una din științele din care gîndirea umană a făcut unul din principalele instrumente teoretice. Datorită posibilităților sale de abstractizare, matematica are o mare capacitate de generalizare. Aparatul matematic s-a diversificat, cuprinzînd domenii din ce în ce mai largi în toate ramurile științei, oferind în același timp metode noi de interpretare.

Matematica a cunoscut evoluția continuă, de la formele cele mai simple către metodele de calcul cele mai complexe din zilele noastre, de la reprezentarea mișcării mecanice la metodele de calcul ale mișcării dialectice, de la practica măsurii la logica matematică, de la numere la structuri, de la teoria informației la cibernetică. F. Engels aprecia astfel progresul în acest domeniu : „Odată cu tratarea mărimilor variabile, matematica însăși intră în domeniul dialecticii, și este semnificativ că tocmai un filozof dialectician, Descartes, a fost acela care a introdus în matematică acest progres. Între matematica mărimilor variabile și cea a mărimilor invariabile este același raport ca între gîndirea dialectică în genere și cea metafizică“ [2]. De la mărimi invariabile și variabile, matematica a cunoscut în secolul nostru dezvoltarea pe bază de structuri algebrice și topologice, ca reprezentări ale luptei și unității contrariilor dintre continuu și discontinuu.

Matematicienii și fizicienii caută să exprime realitatea prin reprezentări, semne și forme, utilizînd cele mai rafinate metode de calcul.

Într-o valoroasă lucrare științifică, *Éléments d'histoire de mathématique*, grupul de matematicieni care au publicat un număr impresionant de lucrări sub numele Nicolas Bourbaki au adunat *notele istorice* apărute disparat în *Éléments de mathématique*. În capitolul care tratează despre *algebra liniară*, una dintre cele mai vechi și cele mai noi ramuri ale matematicii, și *algebra multi-*

[1] K. Marx și F. Engels. *Opere*, vol. 20, București, Editura politică, 1964, p. 38.
[2] *Op. cit.*, p. 119.

liniară se arată tocmai legătura istorică dintre elaborarea matematică și practica umană : „Algebra liniară s-a născut, fără îndoială, pentru a răspunde nevoilor practicienilor calculatori ; astfel se constată că regula de trei și regula poziției false, mai mult sau mai puțin clar enunțate, au jucat un rol important în toate manualele de aritmetică practică, de la papirusul Rhind al egiptenilor pînă la cei care sînt la mare cinste în școlile noastre primare, trecînd prin Aryabhata, Arabii, Leonard de Pise și nenumăratele «cărți de calcul» din evul mediu și Renaștere ; acestea însă n-au constituit poate niciodată mai mult decît un extras — pentru uzul practicienilor — a teoriilor științifice avansate“ [3]. Dacă în prima perioadă a civilizației matematicile erau folosite în activitatea practicienilor, de la Renaștere savanții din toate ramurile științei au folosit matematica cu multiplele sale posibilități în elaborarea teoriilor. Dealtfel, în lucrarea citată, N. Bourbaki dă un exemplu strălucit referindu-se la *teoria mișcării browniene* : „Această teorie ocupă un loc excepțional în dezvoltarea științifică contemporană prin schimbul constant și fecund între problemele fizice și matematice «pure». Studiul mișcării browniene, descoperit în 1929 de botanistul Brown, a fost cercetat intensiv în secolul al XIX-lea de numeroși fizicieni, însă primul model matematic a fost inventat numai în 1905 de Einstein“ [4]. Mai întîi un botanist descoperă un fenomen din fizica moleculară de o foarte mare importanță, ca apoi un fizician să elaboreze modelul său matematic, ceea ce evidențiază, dacă mai era nevoie, legătura indisolubilă dintre științele naturii și științele exacte în elaborarea teoriei și în aplicațiile practice. Pentru a pune bazele matematice ale noilor teorii în fizică, Newton, Leibnitz și Descartes au elaborat o nouă metodă, aceea a calculului infinitesimal, care s-a dovedit deosebit de utilă în întreaga știință. Engels arată că odată cu calculul infinitesimal s-a introdus noțiunea de mișcare în matematică, și cu aceasta dialectica și-a dovedit utilitatea ei în această ramură pur teoretică. Dar spre sfîrșitul secolului al XIX-lea nici calculul infinitesimal și diferențial nu mai erau în măsură să răspundă prin ecuații realităților fizice

[3] N. Bourbaki. *Éléments d'histoire de mathématique*, Paris, Ed. Hermann, 1974, p. 78—79.
[4] *Op. cit.*, p. 299.

care se descopereau. Albert Einstein a recurs la calculul tensorial și geometria ne-euclidiană pentru a pune bazele teoriei relativității generale. Mecanica cuantică s-a dezvoltat datorită introducerii de către Werner Heisenberg a calculului matriceal, iar Max Born a utilizat statistica matematică și calculul probabilităților. Algebra booleiană și topologia au permis introducerea calculului matematic în cibernetică.

Matematica s-a dovedit fecundă pentru cunoașterea realității, pentru teoria și practica din toate ramurile științei. A fost de asemenea un domeniu în care filozofii, în măsură mai mică sau mai mare, au căutat elemente ale sistemelor conceptuale.

EXPRESIA MATEMATICĂ A REALITĂȚII FIZICE

În finalul lucrării *Teoria relativității*, Albert Einstein face această încheiere, care arată probitatea marelui savant, atitudinea critică față de propriile sale descoperiri, frămîntarea intelectuală permanentă în cercetarea științifică a naturii : „Se pot găsi motive întemeiate pentru faptul că realitatea nu poate fi reprezentată printr-un cîmp continuu. Din fenomenele cuantice pare că rezultă cu siguranță că un sistem finit, de energie finită, poate fi descris complet printr-un șir finit de numere (numere cuantice). Aceasta nu pare a fi în concordanță cu o teorie a continuului și trebuie să ducă la o încercare de a găsi o teorie pur algebrică pentru descrierea realității. Dar nimeni nu știe cum se poate obține baza unei astfel de teorii“ [5]. Realitatea nu poate fi reprezentată printr-un cîmp continuu, deoarece fenomenele cuantice pot fi reprezentate doar printr-un sistem discontinuu. Noua teorie trebuie să țină seama că realitatea este în același timp continuă și discontinuă. Microstructura materiei este corpusculară, discontinuă, iar mișcarea este continuă. Ecuațiile matematice care ar putea grupa într-un singur sistem multidimensional caracterul corpuscular, discontinuu al materiei cu cel continuu al mișcării sale ar putea reprezenta realitatea fizică. Această unitate a contrariilor, dis-

[5] A. Einstein. *Teoria relativității*, București, Editura tehnică, 1957, p. 191.

continuu spre infinitul mic și continuu spre infinitul mare, trebuie să stea la baza oricărui sistem matematic care să reprezinte realitatea în totalitatea sa.

Într-o lucrare publicată în 1955, *Teoriile relativiste ale gravitației și electromagnetismului*, A. Lichnerowicz, profesor la Collège de France, face o sinteză a celor mai noi încercări matematice de a găsi o soluție pentru reprezentarea realității într-o teorie unitară. Dar și aceste teorii, de o rară frumusețe matematică, nu rezolvă problema reprezentării unitare a realității, cuprinderea într-un singur sistem matematic a caracterului cuantic, corpuscular, discontinuu al materiei și caracterul continuu, ondulator, de cîmp, al materiei în mișcare. Ce înțelege A. Lichnerowicz prin teorii unitare o arată în cartea mai sus citată : „Putem conveni să spunem că o teorie este unitară în sensul larg dacă ea va putea să facă să joace în reprezentarea cîmpurilor și în formarea ecuațiilor roluri simetrice cîmpului gravitațional și cîmpului electromagnetic, în particular cîmpul gravitațional fiind, în concepțiile relativității generale, legat de structura geometrică a universului ; va fi convenabil să se aleagă o astfel de structură ca cele două cîmpuri să emane din aceeași geometrie“ [6]. O teorie unitară în măsură să reprezinte prin ecuații riguroase atît cîmpul gravitațional, cît și cel electromagnetic, dacă prin aceasta s-ar înțelege o reprezentare unitară a caracterului continuu-discontinuu al realității, ar soluționa reprezentarea matematică a realității. A. Lichnerowicz arată că, într-o teorie unitară, ecuațiile care ar reprezenta un hiper-cîmp nu pot fi descompuse în ecuații de propagare a cîmpului gravitațional și a cîmpului electromagnetic decît cu aproximație, în cazul cînd unul din cîmpuri este predominant. Dar aceasta nu rezolvă problema de fond a reprezentării matematice a realității fizice, cu dublul său caracter, cuantic și de cîmp, discontinuu și continuu.

O teorie unitară a cîmpurilor fizice trebuie să fie — arată Marie-Antoinette Tonnelat, profesor la Facultatea de științe din Paris, în lucrarea *Teoriile unitare ale electromagnetismului și gravitației*, publicată în 1965 — *o teorie a izvoarelor acestui cîmp.* „Numeroase teorii postulează că particulele, izvoarele cîmpului, au o natură complet eterogenă în raport cu cîmpul însuși... Însă aceste discuții, care determină posibilitățile coexistenței cîmpului și izvoarelor sale, nu dau întotdeauna fizicienilor explicația intuitivă a rolului izvoarelor în geneza cîmpului... Alte ipoteze — de origine cuantică — pun, din contra, accentul pe comportarea particulelor, izvoarele cîmpului. A te ralia la această ipoteză revine la a căuta, în teoriile corpusculare, geneza cîmpului de gravitație“ [7]. Această *concepție dualistă*, cuanta și cîmpul, stă la baza apropierii totalității *teoriilor unitare*, consideră Tonnelat, pe bună dreptate.

Numai o teorie care va face o sinteză a caracteristicilor cuantice și de cîmp a realităților fizice, pornind de la principiul că la baza genezei cîmpurilor stau particulele materiale, corpusculele, va fi în măsură să dea o reprezentare reală, unitară, a universului. „O problemă nerezolvată încă — scrie Tonnelat — și recent pusă este deci aceea a cuantificării cîmpului însuși, problemă direct legată de existența undelor electromagnetice și undelor de gravitație“ [8]. Aceasta este cheia problemei. Cuantificarea cîmpului în expresie matematică care să reprezinte o sinteză între cuante și cîmp, între corpusculele care formează cîmpul și cîmpul geometric, o reprezentare algebrică și topologică poate exprima caracterul discontinuu și continuu al realității fizice.

Pentru a face această sinteză între caracterul ondulator al teoriei electromagnetice a lui Maxwell și cel corpuscular al teoriei gravitației a lui Einstein trebuie să se treacă de la spațiul lui Riemann cuadridimensional prevăzut cu o singură curbură la spațiul Riemann de cinci dimensiuni. Teoria lui Kaluza, reluată de Klein, a introdus a cincea dimensiune cu 14 variabile de cîmp. Dar Jordan introduce teoria decapentadimensională cu 15 variabile de cîmp, completată de Thiry. Universul în cinci dimensiuni este reluat de o teorie Einstein-Mayer, ca ulterior să se încerce o altă reprezentare prin teoria Einstein-Bergmann în același spațiu fizic cu cinci dimensiuni. Teoria lui T. Podolanski introduce un spațiu

[6] A. Lichnerowicz. *Théories relativistes de la gravitation et de l'électromagnétisme*, Paris, Masson & Cie, Editeurs, 1955, p. 152.

[7] M. A. Tonnelat. *Les théories unitaires de l'électromagnétisme et de la gravitation*, Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1965, p. XIX.

[8] *Op. cit.*, p. XXI.

de șase dimensiuni, bazîndu-se pe principiile teoriei electronice a lui Dirac.

Teoriile unitare clasice bazate pe folosirea spațiilor ne-riemanniene cu patru dimensiuni, elaborate mai întîi de Weyl, reluate apoi de Eddington și Einstein, n-au soluționat problema elaborării unui sistem matematic în măsură să reprezinte realitatea fizică. Nici teoria unitară a lui T. Levi-Civita nu aduce soluția. Apar alte teorii, una după alta. L. Infeld elaborează teoria fără variația măsurii, iar H. Eyraud teoria cu variația măsurii. Printre teoriile liniare ale gravitației și cuantificarea cîmpului se pot cita acelea ale lui L. Rosenfeld, Birkhoff, Gupta, Belinfante, iar printre teoriile neliniare ale gravitației și cuantificării cîmpului trebuie să fie citată aceea a lui Rosen.

Înșiruirea acestor încercări s-a făcut cu scopul de a arăta cît de mare este interesul matematicienilor și fizicienilor de a găsi o soluție a reprezentării unitare a universului. Pe bună dreptate M. A. Tonnelat, în prefața cărții citate mai sus, referindu-se la această cascadă de teorii, arată că „cele mai multe dintre ele sînt discutabile ; în dezvoltările lor, unele sînt depășite... Ele au meritul de a încerca să construiască într-o regiune unde au fost puține edificii solid construite domeniul rapoartelor între cîmp și sursele sale și, mai general, între cîmpul unificat și particule. Deci existența acestor teorii trebuie semnalată cu o mare rezervă și insistînd asupra caracterului lor provizoriu și nesigur“ [9]. Chiar dacă rezultatele nu sînt încă cele dorite și așteptate, fiindcă nu s-a reușit să se descopere reprezentarea matematică a *întregului* care să rezolve problemele ridicate de elaborarea unei teorii unitare valabile și care să reflecte realitatea fizică, căile pentru elaborarea unor reprezentări matematice care să reprezinte această realitate rămîn încă deschise. Se cunoaște doar că cercetarea științifică trebuie să stabilească raporturile între cîmp și sursele sale, între cîmpul unificat și particule. Este necesar să se descopere o reprezentare matematică care să soluționeze în mod unitar legătura de nedespicat dintre cuante și cîmp, dintre caracterul discontinuu și continuu al existenței în univers.

[9] *Op. cit.*, p. IX.

METRICA ȘI STRUCTURA MATEMATICĂ

Extinderea aplicării matematicii în toate ramurile de știință se datorește realizării unor noi instrumente de calcul. Pe lîngă matematica clasică, metrică, s-a elaborat matematica structurală, logică. Așadar, matematica modernă este în măsură să rezolve probleme nenumerice pe baze logice și cu ajutorul calculatoarelor. Grigore Moisil, într-un articol omagial în memoria lui Leibnitz, arăta că matematica modernă este o știință dominată de categoria structurii, ceea ce arată nu numai rolul logicii matematice, dar și al algebrei, ca disciplină dominantă în matematică. Pătrunzînd în toate științele, de la fizică la biologie, de la economie la psihologie și, odată cu calculatoarele electronice, realizînd operații de mare complexitate și cu rapiditate și exactitate uimitoare, matematica a devenit un instrument indispensabil pentru oricare ramură a științei. Grigore Moisil scrie în articolul citat : „Astăzi nu se mai pune problema de a nega unitatea științelor fizice-biologice-psihologice-sociale prin matematizarea lor, problema e inversă : de a munci spre realizarea ei“ [10]. Matematica poate elabora ecuațiile celor mai generale reprezentări ale realității fizice. Instrumentele matematicii, care se extind în toate ramurile științei, sînt forme de prezentare abstractă, teoretică, a realității obiective. Unitatea științei nu poate fi realizată numai prin instrumente de calcul, ci prin esența lucrurilor studiată în fiecare ramură de știință în parte și, în totalitate, prin filozofie.

Matematica modernă, arată Grigore Moisil, are ca bază algebra ca știință a discontinuului și topologia ca știință a continuului. Caracterul discontinuu și continuu al realității obiective cere și instrumente matematice în măsură să le reprezinte separat, prin abstractizare și în comun, așa cum le găsim în natură. Trebuie însă reținut faptul că matematica modernă, dominată de categoria structurii, calitativă, nu înlătură matematica clasică, dominată de categoria metrică, cantitativă, care are aplicații din ce în ce mai numeroase.

[10] Grigore Moisil. *Omagiindu-l de două ori pe Leibnitz*, în „Revista de filozofie“ nr. 2/1968, p. 130.

Matematica a fost dintotdeauna o știință a gîndirii raționale tocmai datorită capacității sale de abstractizare, iar generalizarea teoretică sau experimentală prin matematizare este de esență rațională.

UN INSTRUMENT DE CALCUL TEORETIC ȘI PRACTIC

Există o legătură indisolubilă între realitatea fizică și instrumentele matematicii care o pot reflecta. Jean Piaget scrie în această privință : „Dintr-un astfel de punct de vedere, acordul permanent între realitățile fizice și instrumentele matematice folosite spre a le descrie este destul de extraordinar, deoarece aceste instrumente adesea au existat înainte de utilizarea lor și, atunci cînd ele sînt construite cu ocazia unui fapt nou, ele nu sînt scoase din acest fapt fizic, ci sînt elaborate deductiv, pînă la imitare“ [11]. Instrumentele matematice trebuie să permită exprimarea teoretică a realităților, de orice natură ar fi ele, fizică sau chimică, biologică sau socială, sau să faciliteze calculul necesar pentru elaborarea proiectului unor mașini, de la motor la calculatorul electronic, al construcțiilor îndrăznețe de poduri de kilometri lungime, la zgîrie-norii care se înalță la multe sute de metri în văzduh, pentru construcția rachetelor și traiectoria lor cosmică.

Matematica a devenit un instrument teoretic și practic al cunoașterii în genere și al existenței unei civilizații de înalt nivel. Dar, în același timp, unii matematicieni și fizicieni, și nu puțini filozofi pozitiviști, au încercat să considere ecuațiile matematice ca realități, nu ca forme de exprimare a realității, ca instrumente de calcul în elaborarea teoriei. V. I. Lenin sublinia în *Materialism și empiriocriticism* : „Marele succes realizat de științele naturii, apropierea de elemente atît de omogene și de simple ale materiei încît legile mișcării lor pot fi exprimate într-o formă matematică îi fac pe matematicieni să uite materia. «Dispare materia», nu rămîn decît ecuațiile“ [12].

[11] Jean Piaget. *Le structuralisme*, Paris, Presses Universitaires de France, Collection „*Que sais-je ?*“, 1968, p. 36.

[12] V. I. Lenin. *Opere complete*, vol. 18, București, Editura politică, 1963, p. 322.

Matematica a jucat un rol deosebit de mare în elaborarea teoriilor moderne în cunoașterea structurii materiei, în fizica relativistă, în mecanica cuantică, în cea mai nouă ramură a științei, cibernetica.

Contribuția mare a matematicii în dezvoltarea fizicii teoretice a crescut pe măsură ce au apărut noi instrumente matematice de calcul, după cum marile descoperiri din fizică au stimulat căutarea unor soluții matematice. Fizica cuantică și fizica relativistă au fost elaborate printr-o strînsă colaborare între cele două ramuri mari ale științei.

Calculul matematic a permis realizarea ordinatoarelor, aceste mașini electronice care au permis științelor naturii și tehnice, sociale și umanistice să urmărească fenomenele de cele mai mici sau mai mari dimensiuni, înregistrarea și interpretarea fenomenelor care se desfășoară cu foarte mare rapiditate ; fără aceste mașini și sisteme nu se mai poate concepe o economie modernă. Aceasta reprezintă o adevărată revoluție în tehnica de calcul, a informării, a conducerii automate a instalațiilor industriale, în dirijarea la distanță pînă la marile distanțe a rachetelor în cosmos. O adevărată revoluție în știință în general, în practică în special.

MATEMATICA ȘI ȘTIINȚELE EXPERIMENTALE

Ca în orice altă știință, și în matematică pot exista și există ipoteze care trebuie să fie astfel tratate. Confirmarea ipotezelor în științele matematice trebuie să fie făcută de științele experimentale. S. I. Vavilov scrie într-unul din articolele sale : „Ipoteza matematică se concretizează cu ajutorul modelelor aproximative ale fenomenelor și prin anumite analogii cu concepțiile clasice obișnuite. Simplicitatea și armonia expresiei obținute sînt de o mare importanță. Expresiile matematice cele mai simple și cele mai armonioase sînt preferate celor mai complexe“ [13]. Această preferință a expresiilor simple este legată de exprimarea realității obiective în formele cele mai accesibile. Complexitatea calculului matematic, a expresiilor matematice este determinată de complexitatea

[13] S. I. Vavilov. *Lenine et la physique moderne*, în „La Pensée“ nr. 23/1949, p. 33.

fenomenelor ce le reflectă. Vavilov arată în continuare : „Acum, dimpotrivă, fizicianul și teoreticianul fac eforturi să fie fideli pînă la capăt ideii fiziceşte concrete a atomului, a electronului și a neutronului, nefăcînd apel la ipoteza matematică decît ca unic mijloc disponibil din lipsă de modele veritabile“ [14]. Modelele veritabile ale micro și macrocosmosului sînt greu de realizat și, în formele lor infinite, imposibil de realizat. Numai în asemenea cazuri, singura formă de expresie este cea matematică. Este realitatea care poate fi exprimată numai prin *modelele matematice*, și nu și prin *modele veritabile*. Dar rolul modelelor matematice a crescut considerabil în măsura în care acestea au putut duce la modele teoretice și experimentale în toate celelalte ramuri ale științei.

Istoria științei este plină de exemple de mari descoperiri care pornesc de la baza matematică. Ceea ce a fost predominant pînă acum — și probabil va rămîne în continuare — în inițierea unor noi teorii va fi analiza fenomenelor naturii prin observare sau experimentare, direct sau indirect, prin aparate. Este însă evident că dezvoltarea matematicii va permite în viitor ca un număr mai mare de teorii sau legi să fie descoperite plecînd de la utilizarea calculelor abstracte. Pentru oamenii din științele experimentale, calculul matematic este un prețios instrument de lucru care trebuie să servească pentru cercetarea naturii. Iată cum raționează în această privință Max von Laue, unul dintre cei mai mari fizicieni ai timpurilor noastre : „Factorul decisiv a fost pentru mine înțelegerea următorului fapt uimitor : cît de multe se pot spune despre natură cu ajutorul matematicii. Priveam cu cel mai mare respect teoria, care aruncă uneori o lumină strălucitoare și neașteptată asupra unor fapte anterior neînțelese... Matematica ne face să înțelegem adevărul în modul cel mai pur și mai direct ; pe aceasta se bazează valoarea ei pentru cultura generală a oamenilor... Și, totuși, matematica m-a interesat întotdeauna doar în măsura în care puteam, în vreun fel, s-o aplic în fizică. Altfel, studiul matematicii îmi apărea ca «o plutire în vid», un efort care nu se aplică nici unui obiect. Alți fizicieni teoreticieni privesc în alt mod mate-

[14] *Ibid.*

matica și, ocupîndu-se propriu-zis de matematică, ajung pe această cale la succese importante în fizică“ [15].

Cei mai mulți fizicieni privesc matematica așa cum o face Max von Laue, ca un instrument de calcul și analiză în fizică, în măsură să exprime prin ecuații realități fizice determinate metric și structural. Boltzmann, Planck, Langevin, Broglie au urmat această cale de utilizare a matematicii, cu foarte importante rezultate în fizica teoretică. Secolul nostru a cunoscut succese strălucite ale utilizării matematicii pentru elaborarea unor teorii în fizică deosebit de valoroase. Dacă n-am mai cita decît pe Maxwell, Lorentz, Einstein, Schrödinger, Dirac, ar fi suficient pentru a demonstra cele de mai sus.

Matematica, ca știință teoretică, elaborează sisteme de calcul care pot avea sau nu aplicații imediate în celelalte ramuri ale științei. Matematica nu trebuie redusă, și dealtfel nu poate fi redusă, la elaborarea numai a sistemelor de calcul cerute de alte ramuri ale științei pentru nevoi teoretice sau practice. Dar matematica își îndeplinește rolul de știință cu caracter general în măsura în care sistemele de calcul descoperite sînt în stare să reprezinte legi sau fenomene, prin mărimi și structuri, cantitative și calitative. Cu tot caracterul lor abstract, sistemele de calcul trebuie să fie în măsură să ajute la descoperirea legilor din natură și societate, să ajute la interpretarea obiectivă a fenomenelor, la elaborarea teoriilor științifice. Abstractizarea, ca metodă matematică de calcul, nu poate fi interpretată ca dispariția realității, așa cum nu o dată s-a încercat să se prezinte lucrurile. În elaborarea unor teorii, abstractizarea este foarte utilă, dar ea nu poate face să dispară materia, realitatea obiectivă, care există independent de conștiința noastră, deci de teoriile noastre. Teoriile sînt științifice cînd reflectă realitatea obiectivă. Atunci teoriile îmbogățesc cunoașterea naturii, sînt în măsură să joace un rol important în dezvoltarea științei și a societății.

Se cunoaște ce rol mare au jucat matematicile în elaborarea teoriei moderne a relativității. A. Einstein a pornit de la analiza unor evenimente fizice — cine nu cunoaște analiza mișcării călătorului din tren ! —, după care a căutat să elaboreze aparatul matematic pentru reprezentarea

[15] Max von Laue. *Istoria fizicii*, București, Editura științifică, 1967, p. 207—208.

fenomenelor, ceea ce i-a permis generalizarea interpretării realității fizice, elaborarea teoriei și a legilor care stau la baza relativității.

Adeseori, elaborarea unor sisteme matematice era rezultatul unor raționamente de matematică pură. Valoarea acestor sisteme pentru matematică este de necontestat. Einstein arăta în lucrarea *Geometria și experiența* modul cum trebuie să se interpreteze sistemele imaginare ale matematicii și poziția cercetătorului din științele naturii față de acestea : „Printre științe, matematica se bucură de un prestigiu particular pentru rațiunea următoare : propozițiile sale sînt de o certitudine absolută și la adăpostul oricărei contestații, în timp ce acelea ale altor științe sînt, pînă la un anumit punct, subiecte de discuție și întotdeauna susceptibile a fi răsturnate prin descoperirea faptelor noi. Cu toate acestea, cercetătorul într-un alt domeniu n-ar trebui să invidieze pe matematician, deoarece propozițiile sale nu se raportează la obiectele realității, ci la acelea ale simplei noastre imaginații“ [16].

B. Hoffmann relevă în cartea lui despre *Strania istorie a cuantei* o părere care reține atenția pentru exactitatea sa cu privire la relațiile care trebuie să existe între fizică și matematică. Analizînd modul nou cum atacă problemele R. Feynman în domeniul mecanicii cuantice, el arată : „Înainte de această epocă (1948. — *n.n.*) teoreticienii au recurs adesea la manevre matematice dificile interpretate în termeni fizici pentru a rezolva ecuațiile cuantice. Însă graficele lui Feynman descriau fenomenele fizice reale și matematicile sale, trase prin linii grafice, rămîneau strîns legate de procesele fizice în studiu, fiecare termen matematic avînd direct contrapartida sa fizică. Acolo unde vechile calcule se pierdeau în terenul atît de dificil vizibil prin panta mobilă a timpului, Feynman, grație vederii sale de ansamblu, putea să dirijeze matematicile sale prin complicații pînă la impenetrabil. Graficele lui Feynman și tehnicile matematice care-i servesc de bază au devenit metode de neprețuit în moderna teorie cuantică, transformînd aspectul său și crescînd imens puterea sa“ [17].

[16] A. Einstein. *La géometrie et l'experience*, Paris, Ed. Gauthiers-Villars, 1965, p. 13.

[17] B. Hoffmann. *L'étrange histoire des Quanta*, Editions du Seuil, Paris, 1967, p. 260.

Neîndoielnic este justă această interpretare a rolului aparatului matematic în fizica teoretică. Dar acesta este determinism științific, căci în acest caz corespondentul din fizică al ecuațiilor matematice este realitatea obiectivă, care există independent de observare sau măsură, de gîndire sau conștiință. Ne găsim în plin determinism științific. În fond, numai așa se puteau soluționa dificilele probleme ce se ridicau în mecanica cuantică datorită interpretării nedeterministe a unor ecuații matematice.

Există în științele naturii o legătură strînsă între cunoașterea științifică și elaborarea sistemelor și instrumentelor matematice. Atunci cînd nu se face această legătură, nu se pot realiza bazele pentru elaborarea teoretică corectă. Iată cum enunță această problemă fizicianul englez David Bohm : „Dacă nu înțelegem sub raportul structurii materiei procesele care au loc, sîntem condamnați să efectuăm la întîmplare calcule matematice, în speranța că unul dintre ele va pune începutul teoriei noi, corecte“ [18].

Pe măsură ce matematica a devenit o știință de-sinestătătoare, au crescut legăturile cu celelalte ramuri ale științei. Matematica trebuie să soluționeze numeroasele probleme pe care le ridică științele naturii în activitatea lor de cunoaștere în micro și macrocosmos, științele tehnice și economice în soluționarea problemelor lor din ce în ce mai complexe legate de creșterea accelerată a bazei materiale a societății, precum și științele filozofice în fundamentarea concepției despre lume.

Legăturile dintre fizică și matematică au devenit din ce în ce mai strînse, încît nu se poate concepe azi elaborarea teoriilor în fizică fără o puternică bază matematică. Odată cu teoria cuantică, teoria relativității, teoria unitară a cîmpului, teoria informației, matematica a fost din ce în ce mai solicitată pentru a elabora instrumentele necesare cunoașterii. Aceasta a influențat dezvoltarea celor două ramuri de bază ale științei naturii. Cibernetica modernă a extins aceste legături la toate ramurile din știință, de la cele tehnice la economie, de la biologie la cele sociale.

[18] D. Bohm. *Introducere la lucrarea „Causality and chance in modern physics“*, în vol. *Dialectica marxistă și științele naturii*, vol. III, București, Editura politică, 1962, p. 237.

Necesitatea unei strînse legături între fizică și matematică, eliminarea granițelor artificiale dintre ele, a dus la crearea unei ramuri în știință, fizica matematică.

Fizica matematică este în esență de natură teoretică, dar ea nu se rezumă numai la enunțarea principiilor prin simboluri, ci face din simboluri mijloace de teoretizare a concluziilor trase din concret, din experiență, observare și măsură. J. L. Destouches consideră că fizica-matematică este înainte de toate studiul *schemelor* diverselor teorii fizice. Prin scheme el înțelege reprezentarea unui *spațiu fizic*, transformat într-o formă abstractă printr-un sistem obiectiv și previzional și descrierea prin ecuații a legilor care acționează asupra sistemului. Plecînd deci de la ipotezele care se nasc din experiență, ajungem la elaborarea teoriei prin mijloace matematice, la generalizare în spațiul fizic dat.

Legătura strînsă, concretă dintre fizică și matematică a fost în mod clar expusă de A. Einstein cînd s-a referit concret la geometrie, atît de importantă pentru teoria relativității și teoria cosmologică. „De obicei, geometria se predă astfel încît nu se stabilește nici o relație între conceptele ei și experiență. Există și avantaje în a izola ceea ce este în ea pur logic și independent de experiență, care este, principial, incompletă. Matematicianul pur se poate mulțumi cu aceasta. El este satisfăcut dacă teoremele sale sînt deduse corect din axiome, adică fără erori de logică. Problema dacă geometria euclidiană este adevărată sau nu, pentru el nu are nici un sens. Pentru scopurile noastre însă este necesar să asociem conceptelor fundamentale ale geometriei obiecte din natură ; fără această asociere, geometria este fără obiect pentru fizicieni. Pentru fizician are deci sens să se vorbească despre adevărul, respectiv exactitatea propozițiilor“ [19].

Teoria relativității a fost construită ținînd seama de aceste principii, de legătura strînsă dintre concluziile trase din experiență, de formularea matematică a teoriei, de generalizarea ei și apoi de verificarea unor noi principii care au fost trase din generalizare. Aceasta a și asigurat succesul teoriei relativității, precum și acceptarea valabilității sale de unanimitatea oamenilor de știință. Astfel elaborată, teoria relativității a deschis noi

[19] A. Einstein. *Teoria relativității*, București, Editura tehnică, 1957, p. 15.

căi în cercetarea științifică atît pentru perfecționarea, cît și pentru dezvoltarea și descoperirea unor noi legi în aceste domenii micro și macrocosmice, inaccesibile observării directe.

Am prezentat pe larg relațiile dintre matematică și științele experimentale, îndeosebi fizica, fiindcă în acest domeniu nou al microstructurii particulelor materiale în care a pătruns cunoașterea au fost de-a lungul secolului al XX-lea mari dispute științifice, cu repercusiuni și în polemicile filozofice. Matematicile au pătruns adînc în chimie și biologie, în sociologie și economie, în toate științele naturii și sociale, fără excepție. Teoria probabilităților și teoria statisticii matematice sînt pe larg folosite în teoria și practica economiei moderne, după cum algebra booleiană și teoria informației au jucat un rol hotărîtor în constituirea, cu statut de știință, a ciberneticii și au permis programarea matematică în tehnica electronică de calcul, fără de care nu se mai poate concepe azi nici o activitate în știință, în practica producției materiale, în viața societății.

În zilele noastre a crescut vertiginos rolul modelului în cunoașterea științifică. Modelarea logică și matematica joacă un rol de seamă în cibernetică, în programarea mașinilor electronice de calcul. Metoda modelării a devenit curentă atît pentru structura logică a cunoașterii științifice, cît și în științele experimentale. Examinînd aspecte ale metodei modelării în astronomie, Călin Popovici arată că „modelele, cînd sînt științifice, sînt trepte ale cunoașterii, etape care nu pot fi nici absolutizate, dar nici bagatelizate“ [20].

Preocupări deosebite în elaborarea și folosirea modelelor matematice din țara noastră se datoresc în primul rînd lucrărilor elaborate de Mircea Malița. Prima lucrare apărută se referă la elaborarea modelelor matematice pentru optimizarea producției industriale și a conducerii economiei. Metodele folosite în elaborarea modelelor matematice sînt acelea de *programare liniară* sau *neliniară* în procesele de decizii ale conducerii întreprinderii iar în situații mai complexe cele de *programare dinamică* bazată pe folosirea unor ecuații funcționale sau introducerea *programării stohastice* în cazul unor parametri necunos-

[20] Călin Popovici, în vol. *Materialismul dialectic și științele naturii*, București, Editura politică, 1965, p. 352.

cuți. În problemele de organizare și conducere economică apar situații conflictuale pentru rezolvarea cărora se face apel la teoria jocurilor, iar pentru organizarea rațională a transporturilor sau conducerea unor operații complexe, cum ar fi cercetarea, proiectarea, construcția instalațiilor mari intensive, *teoria grafurilor*, a *graficului rețea* în cazul construcțiilor.

Necesitatea introducerii modelelor matematice în cele mai neașteptate domenii sociale este tratată într-o altă lucrare a lui Mircea Malița și Corneliu Zidăroiu cu privire la planificarea și conducerea sistemului de învățămînt. Autorii fac în același timp o prezentare științifică a elaborării modelelor matematice : „S-a cristalizat tot mai mult necesitatea de a interpune între realitatea complexă și forul de decizie un *model* care să reprezinte, într-un anumit sens, o imagine a acestei realități. Această imagine servește, pe de o parte, pentru *înțelegerea* mai exactă a situației reale, iar pe de altă parte este un *instrument* cu ajutorul căruia putem să acționăm conștient asupra acestei realități“ [21]. *Modelele matematice* s-au răspîndit în toate ramurile științei pentru că răspundeau la cele două cerințe principale : *explicarea realității* și *schimbarea* ei pe baza unor instrumente științifice de intervenție practică. Elaborarea modelelor matematice este de foarte mare răspundere tocmai datorită efectelor lor practice în aplicare. Modelele care folosesc instrumente matematice — programarea liniară sau dinamică — și tehnica electronică de calcul sînt folosite în momentul de față în toate domeniile de activitate practică sau științifică.

Apariția unor *modele globale* pentru descrierea și transformarea lumii a avut loc în anii '70, odată cu apariția lucrării lui Forrester *Dinamica mondială* (1971) și a lui Meadows *Limitele creșterii* (1972), urmate de un nou model regionalizat și urbanizat *Omenirea la răscruce* (1974) a lui Mesarović și Pestel. Într-o *Cronică a ideilor*, Mircea Malița face o analiză critică a modelelor elaborate, scoțînd în evidență valoarea științifică a lor. În același timp, el face din nou o prezentare a modelului în știință : „Un model este o reprezentare mintală sau scrisă, cali-

[21] M. Malița, C. Zidăroiu. *Modele matematice ale sistemului educațional*, București, Editura didactică și pedagogică, 1972, p. 161.

tativă sau matematică a unei porțiuni de realitate ce constituie un sistem (adică un tot, avîndu-și părțile interconectate). Modelul selectează componentele cele mai reprezentative ale sistemului și descrie relațiile care le leagă. Crearea unui model nu servește numai cunoașterea, ci are și scopuri practice. Modelul servește drept bază de experimentare : schimbăm o variabilă și ne uităm la efectele asupra întregului sistem“ [22]. Această definiție a modelului matematic este completă deoarece descrie modul de elaborare a modelului, interconexiunea elementelor luate în calculul matematic sau programarea matematică, analiza și experimentarea modelului, valoarea sa științifică pentru cunoaștere și practica socială și științifică.

Modelele, în măsura în care sînt reprezentări ale realității obiective, au o structură matematică proprie, specifică, și vor juca un rol important în științele teoretice și experimentale, în teoria cunoașterii. Modelele care pot fi reprezentate printr-o structură matematică proprie, sugerate, și nu deduse direct din experiență prin abstracție, cum spune Born, sînt modele ale reprezentării realității obiective, fiindcă numai aceste realități sînt și potențial experimentative. Experimentul este direct legat de realitate și în măsura în care o reconstituie cît mai exact, în măsura în care interpretarea este cît mai corectă, are valoare fie pentru elaborarea teoriei prin abstractizare, fie pentru confirmarea teoriilor elaborate. Analiza matematică prin abstractizare a experimentelor permite generalizarea în știință. Fluxul are două sensuri, în aceeași măsură valoroase pentru știință : de la experimentare la gîndirea teoretică, de la gîndirea teoretică la experimentare. Indiferent de calea urmată de oamenii de știință pentru elaborarea completă a unei teorii, este necesar, pe lîngă formularea teoretică, și confirmarea practică, singurul criteriu de judecată a veracității teoriei elaborate. De la experimentare se poate ajunge la elaborarea teoriei fie prin formularea directă a principiilor, fie prin abstractizarea matematică, cea mai completă și necontestată formă fiind utilizarea ambelor metode. Mo-

[22] M. Malița. *Modele globale*, în „Viața românească“, decembrie 1974, p. 41—46.

delele abstracte sau concrete, matematice sau fizice, teoretice sau experimentale, ocupă un loc din ce în ce mai important în teoria cunoașterii.

FORMULAREA MATEMATICĂ A LEGILOR NATURII

Elaborarea mai recentă a teoriei particulelor materiale din fizica energiilor înalte a pus, de asemenea, multe probleme care nu și-au găsit nici o explicare teoretică completă, nici baza matematică pentru generalizarea teoriei. Cele mai multe dintre particulele zise elementare au fost descoperite în ultima vreme experimental, datorită perfecționării tehnicii experimentale în domeniul radiațiilor cosmice și realizării unor acceleratoare de viteză a particulelor din ce în ce mai mari. Teoria a jucat un rol important în descoperirea particulelor materiale. Exemple celebre nu lipsesc. Fotonii au fost descoperiți datorită teoriei corpuscular ondulatorii a luminii, ca rezultat al studiului fenomenelor fotoelectrice, de către Einstein. Pozitronii au fost descoperiți de teoria electronică elaborată de Dirac ; Pauli a prezis existența neutrinului, iar Jukava a mezonului π. Toate acestea au arătat cît de inepuizabilă este structura materiei și cît de necesară este elaborarea unei teorii generalizate a particulelor, care să răspundă și la problema, atît de disputată, a legăturilor dintre singularități și cîmpuri, respectiv dintre discontinuu și continuu. Calculul matematic va trebui să facă apel în acest caz, în aceeași măsură, la algebra structurilor și la topologie. Teoria cuantică și teoria relativității vor juca un rol determinant în elaborarea teoriei care să reprezinte în forma cea mai științifică bazele fundamentale ale structurii materiei. În acest domeniu, W. Heisenberg, pe baza descoperirilor științifice din fizica particulelor, arată că „fizica modernă nu ne dă decît o descriere calitativă a structurii fundamentale a materiei ; trebuie să încerce, cu ajutorul cercetărilor experimentale înaintate, să parvină la o formulare matematică a legilor concrete care determină «formele» materiei, particulele elementare și forțele lor“ [23]. Într-un articol publicat în

[23] W. Heisenberg. *Physique et philosophie*, Paris, Ed. Albin Michel, 1961, p. 184.

1963 și care făcea o prezentare la zi a teoriei particulelor elementare, W. Heisenberg arăta de asemenea că „trebuie să formulăm matematic legile naturii care stau la baza fenomenelor observate și apoi să arătăm că din legile strict formulate ale naturii rezultă într-adevăr toate cele observate“ [24]. După părerea lui Heisenberg, „formele de materie pe care le denumim particule «elementare» vor fi definite printr-o lege a naturii formulată sub forma unei ecuații diferențiale numai atunci cînd concomitent vor fi făcute anumite ipoteze referitoare la comportarea soluțiilor respective la limitele domeniului analizat, adică, de exemplu, pe un infinit spațial“ [25].

Este, neîndoielnic, important să se găsească aparatul matematic care să reprezinte legile care guvernează particulele elementare. Acesta poate fi „algebric“ sau „diferențial“, sau matematicienii vor găsi alte modalități de reprezentare a realităților din microcosmos și a legăturilor dintre discontinuu și continuu, dintre infinitul mic și marele infinit. Formularea matematică a legilor din natură, a teoriilor, a devenit unul dintre cele mai importante instrumente ale cunoașterii.

RAȚIUNEA PURĂ ȘI MATEMATICA

Matematica, ca știință de-sine-stătătoare, elaborează și concepte proprii, care pleacă de la raționamente pure. Unele din acestea se dovedesc ulterior instrumente importante în elaborarea teoriilor în știință și în activitatea practică din tehnica modernă. Născută din nevoile vieții cotidiene a omului, din setea lui de cunoaștere, matematica a devenit treptat o știință de-sine-stătătoare, cu legile sale proprii de dezvoltare. Există însă o permanentă legătură și o influență de reciprocitate a ei cu toate celelalte ramuri ale științei.

Instrumentele matematice trebuie să fie însușite pentru a putea face aplicarea lor în alte ramuri ale științei. Ele trebuie să fie dezvoltate pentru a putea lărgi aplicarea lor și a le utiliza în reprezentări ale realității obiective,

[24] W. Heisenberg. *Starea actuală a teoriei particulelor elementare*, articol apărut în vol. *Materialismul dialectic și științele naturii*, București, Editura politică, 1964, p. 30.

[25] *Op. cit.*, p. 36.

la nevoile tot mai arzătoare ale tehnicii moderne, ale societății. Oricît de valoroase sînt instrumentele descoperite pe baza raționamentelor pure de calcul, matematica nu se poate izola în turnul ei de fildeș fără riscul de a deveni doar o știință în sine, și nu o știință pentru societate.

Ca și în alte ramuri ale științelor, și în matematică s-au realizat progrese uriașe. În aceeași măsură au crescut și tendințele de fetișizare a formalismului matematic. Matematicianul Roger Apery, care consideră că știința nu poate fi privată să recurgă la real — aceasta nici nu e posibil și nici nu e de dorit —, scria în articolul *Formalism și intuiție în matematică*: „Forma extremă a formalismului se manifestă prin publicarea unor cărți compuse exclusiv din formule; asemenea cărți s-au dovedit total lipsite de interes“ [26]. Trebuie recunoscute meritele deosebite în dezvoltarea matematicii moderne ale grupului Nicolas Bourbaki și contribuția sa la răspîndirea acestei științe, dar în acest grup sînt adeseori manifestări de formalism matematic acoperite de anonimat. Unii bourbakiști au început să strige: „Jos Euclid!“, ca apoi să lanseze: „Un nou Euclid, Nicolas Bourbaki!“ Pe bună dreptate Apery scrie că „jos Euclid, jos triunghiurile“ este pură demagogie. Geometria lui Euclid rămîne valabilă în anumite limite, în limitele spațiului cu trei dimensiuni, și acest lucru nu l-au contestat nici unul dintre matematicieni autori ai geometriei neeuclidiene. Pentru reprezentarea matematică a marilor spații astrale au fost necesare alte soluții geometrice — acelea descoperite de Gauss și Riemann —, care au permis elaborarea modernă a teoriei relativității. Fără îndoială că spațiile microcosmosului cer alte forme de reprezentare. Căile pentru noi sisteme în matematică sînt tot atît de deschise ca pentru oricare alte ramuri ale științei.

Între matematică și științele naturii, tehnice, economice sînt legături directe. Calculul matematic permite elaborarea și generalizarea teoriilor, exprimarea prin simboluri a structurii, a legilor naturii. Iar din punct de vedere practic, calculul matematic stă la baza vieții civilizate a societății, de la marile ansambluri de locuințe moderne la giganții industriei. Fără elaborarea matematică

[26] „Atomes“ nr. 242/1967, p. 232.

a unor procese tehnologice n-ar fi fost cu putință realizarea mașinilor electronice de calcul. Toate acestea leagă organic matematica de științele naturii și tehnice, atît pentru elaborarea teoriilor, cît și pentru nevoile practice. Abstractizarea matematică, formalismul matematic constituie metode de calcul care permit elaborarea de ecuații, de sisteme, generalizarea teoretică, exprimarea prin mărimi și structuri a legilor care stau la baza fenomenelor, a realității fizice.

Ridicîndu-se împotriva concepțiilor matematicienilor formaliști, R. Apery își pune problema dacă din cauza „ecuației personale a observatorului“, a erorii de observare și imperfecțiunii instrumentelor trebuie distruși ochii și sfărîmate instrumentele. Acest rechizitoriu împotriva nedeterminismului, a formalismului s-a născut din cercetarea științifică a legilor matematice.

Formaliștii care strigă: „Jos Euclid“, „Un nou Euclid, Nikolas Bourbaki“ — ar putea să le strige: „Regele a murit..., trăiască regele!“ — opun matematica clasică celei moderne, fără să recunoască că cea modernă s-a dezvoltat din cea clasică, că aceea care este azi modernă creează bazele ca mîine să intre în clasicism, după ce a generat teorii noi. După teoria numerelor a urmat teoria ansamblurilor, și, cum scrie Apery, „existența ansamblului de grupuri implică contradicția“, aceasta determină interacțiunea între grupuri, deci mișcarea, dialectica. Dar iată că nici teoria ansamblurilor nu mai satisface și punctul de vedere cel mai modern este cel al categoriilor. În acest studiu, matematica a dat direct peste filozofia modernă, materialismul dialectic, și a ajuns la aceeași bază conceptuală cu aceasta.

Tot așa sistemul cartezian al spațiului în trei dimensiuni a creat bazele pentru a se ajunge la continuu cvadridimensional spațio-temporal, care a devenit și el repede insuficient pentru a putea sta la baza interpretărilor științifice ale fenomenelor din univers, ale reflectării lor obiective. Se discută acum și se încearcă elaborarea unui sistem de coordonate cu cinci dimensiuni. Care este cea de-a cincea dimensiune? Aș propune un continuu-discontinuu cinquo-dimensional exprimat prin masă-spațiu-timp. Dar asemenea sisteme matematice nu par acum posibile, deși realitatea fizică reprezentată prin constanta

universală a lui Planck arată că este posibilă elaborarea unor teorii matematice în măsură să reprezinte această realitate obiectivă.

MATEMATICA ŞI FILOZOFIA

Din toate timpurile au existat relaţii strînse între sistemele filozofice şi ştiinţa mărimilor. Dacă însă originea, formarea, transformarea şi dimensiunile lumii erau preocupări de natură spirituală, ramurile matematicii, aritmetica şi geometria la început, algebra şi analiza mai tîrziu, au rezultat din preocupările practicii umane în domeniul vieţii materiale. Filozofia generaliza practica umană într-un sistem al lumii, într-o concepţie despre lume, iar matematica generaliza în ştiinţă, prin ecuaţii pentru mărimi, prin propoziţii pentru structuri, necesităţi rezultate din toate domeniile practicii sociale. Dar chiar în epoca contemporană aceasta este un fenomen curent. Într-o prezentare de mare actualitate a teoriei probabilităţilor şi statisticii matematice, M. Iosifescu, Gh. Mihoc, R. Teodorescu încep cu această apreciere : „Teoria probabilităţilor este o disciplină matematică aşa cum este geometria şi analiza. Ieşită din experienţă, ca şi acestea, după ce a dat conceptelor sale o formă riguros matematică, ea este acum în măsură să se întoarcă la experienţă pentru a cuprinde şi a interpreta întinse categorii de fenomene“ [27] ; grupul de matematicieni N. Bourbaki considera de asemenea că datorită *experienţei* şi în focul *criticii* s-au elaborat regulile raţionamentului matematic [28].

Prin natura preocupărilor sale, matematica a favorizat elaborările teoretice în propriul domeniu, în afară de a fi fost un instrument hotărîtor în elaborările teoretice în ştiinţele experimentale. Trecerea de la geometria euclidiană, care s-a născut din practica măsurii spaţiilor, la geometria spaţiilor curbe riemanniene s-a făcut pe calea gîndirii teoretice, ca apoi aceasta să-şi găsească prin teoria relativităţii einsteiniene o confirmare de mare valoare practică şi teoretică în fizica şi cosmologia contemporană. Procesul de elaborare a instrumentelor matematice, de evoluţie a gîndirii matematice este reversibil.

practică
⇅ ⇅
instrument ⇌ teorie

În epoca contemporană, la nivelul atins de ştiinţele teoretice şi experimentale, punctul de plecare nu mai este numai practica, experienţa sau observarea, ci şi abstractizarea, teoria lor, a căror veracitate va rămîne tot criteriul practicii. Se pot da exemple : *teoria cuantică* a rezultat din experimentările şi observările în domeniul radiaţiilor negre, ca instrumentul matematic să fie descoperit mai tîrziu prin teoria matricelor şi teoria probabilităţilor ; *teoria relativităţii* s-a elaborat mai întîi ca rezultat al gîndirii matematice şi a fizicii teoretice, ca apoi să se confirme prin observări astronomice şi experimentări în microfizică.

Disciplinele matematice au înrîurit mult disciplinele filozofice, gnoseologia şi epistemologia. Axiomele matematice, aritmetice şi geometrice oferă filozofilor din toate timpurile exemple de adevăruri absolute, în timp ce algebra, analiza, topologia sînt expresia dialectică a adevărurilor relative. Noţiunea de adevăr în matematică a fost obiectul unor dezbateri neîntrerupte care s-au complicat odată cu extinderea instrumentelor matematice în domeniile teoretice. „Matematicienii — consideră N. Bourbaki — erau întotdeauna convinşi că ei demonstrează «adevăruri» sau «propoziţii adevărate» ; o asemenea convingere nu poate fi, evident, decît de ordin sentimental sau metafizic, şi nu poate fi justificată plasîndu-ne pe terenul matematicii, nici măcar nu i se poate da un sens care să nu fie o tautologie. Istoria conceptului de adevăr în matematică ţine deci de istoria filozofiei, şi nu de aceea a matematicilor ; însă evoluţia acestui concept a avut o influenţă incontestabilă asupra matematicilor şi din aceste motive nu putem s-o trecem sub tăcere“ [29]. Conceptul de adevăr a preocupat pe filozofii din toate timpurile. Dar este în acelaşi timp problema centrală

[27] M. Iosifescu, Gh. Mihoc, R. Teodorescu. *Teoria probabilităţilor şi statistica matematică*, Bucureşti, Editura tehnică, 1966, p. 7.

[28] *Ibidem*, p. 24.

[29] N. Bourbaki. *Op. cit.*, p. 21—22.

în oricare ramură a științei. Cornel Popa, în *Teoria cunoașterii*, acordă un rol important și dezvoltă un întreg capitol despre *teoria adevărului*. C. Popa consideră că „adevărul este o proprietate a propozițiilor declarative sau a enunțurilor ce pot fi formulate fie în limbile naturale, fie în limbajele speciale proprii diferitelor discipline științifice“ [30]. Conceptul de adevăr este unic, fie că el exprimă o realitate matematică, sau fizică, sau filozofică, în limbajul specific ramurii. Materialismul dialectic, arată C. Popa, definește conceptul de adevăr în forma sa cea mai generică : „Adevărul este *corespondență sau concordanță dintre conținutul informațional al propozițiilor noastre și starea de fapt a lucrurilor*“ [31]. Adevărul este deci filozofic sau matematic, fizic sau chimic, după cum exprimă o stare de fapt din ramura respectivă, cu deosebirea că în filozofie adevărul este expresia cea mai generală a stării lucrurilor, a existenței. Adevărul, ca să fie valabil, trebuie să reflecte realitatea obiectivă. În teorie trebuie să fie confirmat de practică, în practica socială trebuie să fie confirmat de viață.

Matematica nu este numai un instrument de calcul pentru practică, un mijloc de formulare teoretică, în expresia cea mai generală. Disciplinele matematice contemporane, cu abstractizări dintre cele mai sofisticate, s-au extins în toate ramurile științei, sînt pe larg folosite în curentele filozofice, în toate activitățile sociale, în elaborarea modelului general al lumii. Interconexiunea dintre disciplinele filozofice și matematice, între acestea și toate ramurile științei moderne, de la fizică, chimie și biologie la etnografie, lingvistică și literatură, este atît de strînsă, cunoaște o extindere atît de mare, încît n-ar fi de conceput o teorie modernă, o realizare practică de anvergură fără o contribuție pluridisciplinară.

POLIVALENȚA MATEMATICILOR

Este neîndoielnic că matematicile intervin în toate ramurile științelor naturale, tehnice, economice, sociale, cu efecte de natură teoretică și practică. A. Lichnerowicz

[30] C. Popa. *Teoria cunoașterii*, București, Editura științifică, 1972, p. 120—121.
[31] *Ibidem*, p. 123.

are dreptate cînd afirmă că există o „polivalență a matematicilor“ [32]. În ce sens trebuie interpretată polivalența matematicilor ? În ideea dezvoltată de A. Lichnerowicz că oricine cunoaște matematica se poate iniția în orice ramură de știință, „ceea ce face ca cineva care lucrează în lingvistică să poată să se inițieze în economie mai repede prin matematici“ [33]. Inițierea în economie se poate face studiind legile specifice acestei ramuri a științei, cunoștințele matematice te pot ajuta să înțelegi unele generalizări, a căror structură permite matematizarea.

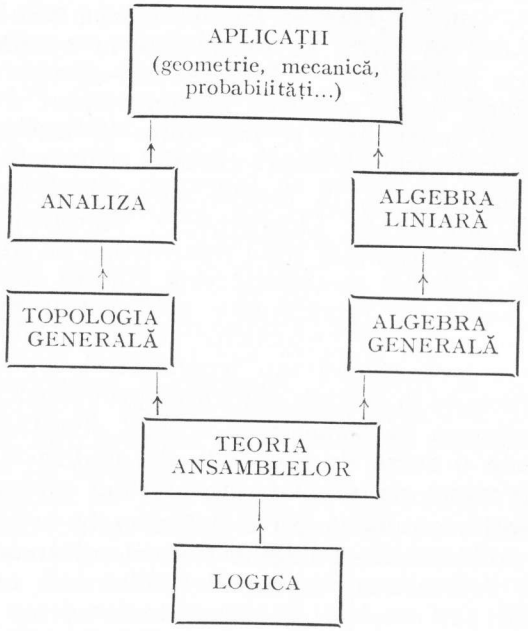
„Matematica este, în esență, sursa de economie de gîndire“ [34], afirmă A. Lichnerowicz, sintetizînd într-o formă foarte concentrată rolul matematicii în cunoaștere, în gîndire. Calculul matematic este gîndire concentrată. Această formă de reprezentare prin calcul matematic nu reduce cu nimic importanța procesului de gîndire completă asupra esenței sau fenomenului concentrat în ecuații. Permite în schimb unificarea prin calcul a teoriei și generalizarea în domenii cu aceeași structură. Matematica este o sursă de economie de gîndire în măsura în care procesul reprezentat este profund cunoscut.

Adeseori se publică cărți și îndeosebi articole care tratează probleme ale științelor naturii printr-un șir nesfîrșit de reprezentări matematice, fără nici un fel de interpretări sau concluzii de natură teoretică sau practică. De cele mai multe ori acest limbaj devine păsăresc. E greu de conceput dacă sînt mulți matematicieni care îl pot chiar descifra. În acest caz trebuie să ne punem întrebarea : ce este util ? Să ne ocupăm cu descifrarea reprezentărilor matematice, sau să ne ocupăm cu elaborarea teoriei și a legilor specifice domeniului studiat ? Desigur că o îmbinare justă între aceste două aspecte, așa cum le găsim în marile teorii contemporane, teoria relativității și teoria informației fiind exemple edificatoare, pune știința în situația ca matematica să fie însușită și răspîndită în toate ramurile sale.

În lucrarea *Les mathematiques modernes*, în care se face o succintă prezentare a dezvoltării matematicii pînă

[32] „L'Express“ din 8—14 ianuarie 1968, p. 59.
[33] *Ibid.*
[34] *Ibid.*

în zilele noastre, André Warusfel, într-o formă *considerabil simplificată*, prezintă în felul următor organigrama teoretică a matematicilor contemporane [35] :



Această reprezentare *simplificată* are marea calitate de a da o viziune clară a legăturii care se realizează între logică, știința gîndirii, filozofică în esență, și disciplinele matematice cele mai moderne, în care legăturile dintre algebră, care reflectă discontinuitatea corpusculară, și topologie, ce reflectă continuitatea spațială, reprezintă sinteza matematică a existenței universale și legăturile sale în aplicațiile practice.

În aceste condiții, cînd matematicile sînt din ce în ce mai solicitate de toate celelalte ramuri ale științei, însușirea celor mai moderne sisteme de calcul cere o pregătire specială, care trebuie să înceapă din primele trepte ale învățămîntului. Aceasta a devenit o preocupare publică.

[35] *Collection Microcosme, Le rayon de la science*, Paris, Editions du Seuil, 1969, p. 21.

REVOLUȚIA MATEMATICĂ

Revista franceză *L'Express* publică un interesant articol sub semnătura lui Gerard Bonnot, semnificativ intitulat *Nu se mai trăiește fără matematică* [36], care tratează problema discrepanței dintre evoluția matematicii și predarea acestei discipline în școli. Numai cu matematica clasică nu mai e posibil să se pregătească tineretul pentru disciplinele științifice, tehnice și economice, care cer cunoștințe vaste și moderne de calcule și analize matematice. Cunoscutul savant francez André Lichnerowicz spunea : „Este vorba de a ști dacă umanitatea este la înălțimea propriilor sale descoperiri, dacă ea este capabilă să asimileze revoluția matematică pe care a realizat-o". Una dintre problemele cele mai arzătoare care stau în fața oamenilor de știință este de a face accesibile cunoștințele noi, a le prezenta în formele cele mai simple posibile, a le exprima într-un limbaj accesibil.

Partizan al introducerii în învățămînt a istoriei matematicilor — *Euclid raționa logic pînă la un punct* —, Lichnerowicz definește matematica astfel : „Matematica este un limbaj clar, fără echivoc. Este un instrument de gîndire, care, bine întrebuințat, permite omului să atace direct, dar logic orice problemă, indiferent de domeniul de activitate. În al doilea rînd, matematica a devenit un auxiliar indispensabil în toate celelalte discipline, deci activități. Și este una dintre problemele pe care și le pune o țară care aspiră la progres. Gradul de cultură al unei țări începe să se măsoare astăzi după nivelul matematic mediu al locuitorilor săi" [37]. Școala românească de matematică, cunoscută prin rezultatele obținute în multe discipline matematice, a creat baza participării active a acestei ramuri fundamentale a științei în activitatea pentru dezvoltarea multilaterală a socialismului în România.

Introducerea în învățămînt a istoriei matematicii este indicată de faptul că această ramură a științei are o evoluție care merită să fie studiată, dar nu buchisită de elevi, așa cum se studiază evoluția tuturor teoriilor sau a ramurilor științei. Paul Langevin, acest strălucit fizician

[36] G. Bonnot. *On ne vit plus sans math*, în *L'Express*" nr. 836.
[37] A. Lichnerowicz. *Învățămîntul matematic — auxiliar al tuturor disciplinelor*, în „România liberă" din 11 octombrie 1969.

francez, avea dreptate cînd scria încă în 1938 : „Matematicienii sînt conștienți că noțiunile cu care lucrează evoluează de asemenea ; este sigur că noțiunea de număr de la început și trecînd prin diferitele stadii de continuu și discontinuu, teoria mulțimilor etc. reprezintă ceva ce comportă o adevărată construcție, exprimabilă în limbajul logicii și matematicii, și unde aportul matematicii pare să joace un rol considerabil“ [38]. Matematica evoluează continuu, perfecționează instrumentele sale, elaborează altele noi, este mereu în actualitatea științifică, și ar trebui să fie — la stadiul în care s-a ajuns în știință — cu un pas înaintea celorlalte ramuri ale sale. Matematica s-a introdus în toate științele ca mijloc de generalizare teoretică, prin simboluri, de reprezentare concentrată a legilor, ca instrument tehnic pentru realizarea celor mai îndrăznețe proiecte de instalații industriale, construcții, mașini cosmice. Iată esențialul revoluției în matematică, care reprezintă mult mai mult decît jargonul pretențios al abstractizării convenționale. Chestiunea este de a coborî matematicile de pe piedestalul lor de revelație, inaccesibil și uneori plicticos, de a le transforma într-o știință ca celelalte, întotdeauna supusă cercetării, noului și care se pretează neîncetat la descoperiri. Apelul la spiritul noii matematici n-are alt scop. Matematicienii care s-au izolat în turnul de fildeș al abstractizării trebuie să găsească poarta de ieșire înapoi spre realitate, îndeplinind astfel marea lor misiune în teoria cunoașterii, în toate ramurile științei, în dezvoltarea societății în ansamblu.

[38] P. Langevin. *La pensée et l'action*, Paris, Editions sociales, 1964, p. 127.

Capitolul al III-lea

REALITATEA FIZICĂ ȘI CUNOAȘTEREA ȘTIINȚIFICĂ

Pe măsură ce structura atomică a început să fie cunoscută și fizicienii pătrundeau mai adînc în cercetarea subatomică, noul domeniu al miroobiectelor, necunoscut pînă atunci, cerea cunoștințe și metode de analiză teoretică nu numai din domeniul fizic, dar și din cel matematic, o nouă metodă de gîndire care să călăuzească cercetarea în acest labirint infinit al microparticulelor, atît de greu de pătruns. De la începutul secolului, teoria cuantică a lui Planck și teoria cuantică a luminii a lui Einstein, iar după un pătrar de veac generalizarea acestei teorii de către Broglie la toate particulele materiale și verificarea sa experimentală deschideau căile pentru pătrunderea cunoașterii științifice mai adînc, în domeniul subatomic.

La începutul secolului al XX-lea descoperirile din științele naturii și tehnice deschideau noi cîmpuri neexplorate din domeniul cunoașterii. Revoluția din știință și tehnică se manifesta în toate domeniile teoretice și experimentale, atingea dimensiunile altădată inabordabile, de la microlumea particulelor infinitesimale la macrocosmosul fără limite.

Legile mecanicii clasice nu mai răspundeau la fenomenele cuantice ale microobiectelor, ceea ce a condus în anii douăzeci ai secolului la elaborarea de către Broglie a mecanicii ondulatoare, iar E. Schrödinger stabilește relația matematică a funcției de undă. Vechile instrumente matematice de analiză nu mai corespundeau. W. Heisenberg introduce calculul matricial și descoperă cunoscuta relație care-i poartă numele. M. Born introduce

calculul probabilității în noua mecanică cuantică. Cu aceste descoperiri epocale se deschide în 1927 cunoscutul Congres Solvay, în care unii dintre marii fizicieni orientează mecanica cuantică pe căile nedeterminismului și ale probabilismului.

Așa cum la începutul secolului, atunci cînd teoria atomică se afirma pe tărîmul științific, au apărut asemenea curente neștiințifice ca energetismul lui Oswald sau empiriocriticismul lui Mach, în momentul cînd se contura noua teorie cuantică apar asemenea curente în cunoașterea științifică ca nedeterminismul lui Heisenberg, probabilismul lui Born, complementaritatea lui Bohr, care extind concluziile lor pozitiviste de la fizică la filozofie. Se conturează în mecanica și fizica cuantică două curente, unii fizicieni, ca Planck, Einstein, Langevin, Broglie, Curie, Blohințev, Max von Laue și alții, susțin posibilitatea de a cunoaște realitățile fizice, care există în mod obiectiv și independent de gîndirea omului, și aparatele utilizate în observare și experimentare, în timp ce Heisenberg, Born, Bohr, Pauli, Dirac se situează pe pozițiile inabordării epistemologice a domeniului cuantic. Faptul că fizicieni care au avut o mare contribuție la dezvoltarea fizicii cuantice au aderat la concepția de incertitudine, la probabilismul fizic, a determinat și cursul nedeterminist în fizica cuantică, cu toate că un alt grup oponent, format din savanți renumiți, s-a opus acestui curent. Discuțiile științifice s-au transformat în dispute filozofice, polemica ascuțită se manifesta în comunicări academice, în articole de revistă, în corespondența particulară. Grupul nedeterminist cîștigase o mare autoritate științifică pentru că a folosit în elaborarea mecanicii cuantice instrumente matematice de mare valoare științifică, care le-au permis să descopere și ecuațiile sau relațiile fundamentale din mecanica cuantică. Interpretarea fizică și mai ales filozofică a acestor relații era diametral opusă valorii lor științifice în elaborarea bazelor teoriei cuantice.

Lupta de opinii dintre cele două curente din microfizica teoretică s-a extins foarte repede și în filozofie, ceea ce dovedește încă o dată legătura indisolubilă a acesteia cu științele naturii.

În cartea sa *Fizica și filozofia*, Werner Heisenberg exprimă bazele filozofice ale nedeterminismului și complementarității. Într-un capitol în care expune dezvoltarea ideilor filozofice de la Descartes pînă la noua situație

în mecanica cuantică, el încearcă să combată pe fizicienii care pleacă în elaborarea teoriilor de la realitățile fizice. El arată că interpretarea școlii din Copenhaga se bazează pe principiul că „nu putem neglija faptul că științele experimentale sînt elaborate de oameni : ele nu se mărginesc să descrie și să explice Natura ; ele sînt părți de interacțiune între natură și noi ; ele descriu natura așa cum metoda de investigare ne-o relevă“ [1]. Este subiectivismul introdus în fizică pe seama instrumentelor de măsură, a metodelor de investigare, care sînt mai mult sau mai puțin perfecționate. De aici Heisenberg trage concluzia absolută că oamenii nu pot cunoaște realitatea fizică, realitatea obiectivă, deoarece aparatele de experimentare deformează această realitate și deci numai matematica, care se bazează pe raționamente, poate să reprezinte realitatea. A contesta științelor experimentale capacitatea de a putea descrie realitatea obiectivă este împotriva mileniilor de civilizație umană. Matematica poate să reprezinte prin calcul realități obiective, dar nu poate să le descrie fizic, nu le poate reda decît legic. Natura poate fi cunoscută prin observări directe sau pentru dimensiunile inabordabile direct simțurilor prin inermediul aparaturii tehnice, prin descoperirea legilor care guvernează fenomenele, prin elaborarea unor teorii în măsură să treacă examenul verificării experimentale sau al observării și măsurilor. Pentru fizică, matematica este un valoros auxiliar — totuși auxiliar — care permite să stabilească prin calcul realitățile fizice, să generalizeze unele legi. Aceasta nu exclude posibilitatea ca matematica să deschidă căi de cercetare pentru unele realități în fizică. Dar nici în acest caz cunoașterea nu este reprezentată numai prin abstractizarea matematică.

Fizicianul sovietic D. I. Blohințev consideră că Școala din Copenhaga este pozitivistă, fiindcă neagă de la **început existența obiectivă a materiei, limitîndu-se** la ordonarea rezultatelor de observare și considerînd fizica clasică și cuantică nu ca reprezentări ale lumii **obiective, ci niște construcții matematice.** Dacă introducerea calculului probabilităților în teoria cuantică i-a dat o bază solidă științifică, introducerea probabilismului

[1] W. Heisenberg. *Physique et philosophie*, Paris, Ed. Albin Michel, 1961, p. 81.

filozofic în această teorie a îndepărtat-o de baza sa științifică. Construcția matematică în fizică este valabilă dacă reprezintă și o realitate fizică, dar pentru Heisenberg ceea ce există nu este realitatea fizică, ci expresia sa matematică, ceea ce a pus fizica heisenbergiană cu capul în jos. Recunoașterea existenței obiective a materiei este de aceeași natură pentru domeniul microobiectelor, al particulelor și cîmpurilor, al fizicii cuantice, ca și pentru domeniul macroobiectelor, al fizicii clasice. Realitatea obiectivă există și se manifestă, indiferent dacă este direct sau indirect accesibilă senzorialului. Reflectarea este subiectivă și prin aceasta relativă, dar prin aceasta nu se schimbă caracterul obiectiv al realității fizice.

În cunoscuta sa lucrare *Logica și descoperirea științifică*, Karl R. Popper consacră un capitol întreg de observații cu privire la teoria cuantică. Popper își propune *să analizeze* și *să clarifice* în lumina teoriei probabilității „punctele cele mai obscure din teoria cuantică modernă". Popper consideră că fizicienii au lăsat puncte obscure în teoria cuantică deoarece există o *„țară a nimănui"*, care se întinde între logică și fizică. Astfel, concluziile indeterministe ale lui Heisenberg nu se detașează din relațiile matematice, ci mai degrabă sînt concluzii speculative, și nu o consecință logică deductibilă din relațiile teoriei. Pe această bază, Popper consideră că, „mai mult, această ipoteză adițională a lui Heisenberg este o veritabilă *contradicție*, cum voi încerca să demonstrez, cu formulele teoriei cuantice dacă acestea primesc o interpretare statistică". Într-adevăr, Popper face o analiză științifică a relațiilor din mecanica cuantică descoperite de Heisenberg și combate interpretarea indeterministă dată acestor relații. Eroarea posibilă fiind de mărimea L (constanta lui Planck), atunci cînd determinarea unui număr cuantic se face în dauna celui de-al doilea număr cuantic, orice măsură a *poziției* (Δ_x) se face în detrimentul posibilității de a determina *momentul* (Δp_x) din relația Heisenberg

$$\Delta x \cdot \Delta p_x > \frac{h}{4\pi}$$

Popper consideră că teoria cuantică interpretată în termeni statistici nu împiedică măsura precisă, individuală, a constantelor fizice a particulelor materiale din domeniul cuantic, și altă concluzie nu poate fi decît metafizică : „Faptul că Heisenberg respinge conceptul de parcurs și că vorbește de «mărimi neobservabile» manifestă clar influența ideilor filozofice și îndeosebi pozitiviste". Popper arată că n-au nici o bază logică pretinsele probe că măsurile precise ale poziției și momentului ar fi în contradicție cu teoria cuantică.

Relațiile Heisenberg din teoria cuantică sînt de o mare valoare științifică, sînt fundamentale nu numai în *teoria cuantică*, dar și în *teoria materiei*, fiindcă ele exprimă legătura cuantică a elementelor principale ale existenței : masa, spațiul și timpul, specifice materiei în mișcare, conexiunii dialectice între constantele fizice ale existenței primare.

Plecînd de la concepțiile sale pozitiviste, Werner Heisenberg definește realismul ca *realism practic*, *realism dogmatic* și *realism metafizic*. *„Realismul practic* presupune că există postulate care pot fi redate obiectiv și că, de fapt, cea mai mare parte din experiența vieții cotidiene constă în postulate de acest gen... Realismul practic a fost și va fi întotdeauna o parte esențială a științelor experimentale". *„Realismul dogmatic* proclamă că nu există postulat privind lumea materială care să nu poată fi redat obiectiv". *„Realismul metafizic* merge mai departe decît realismul dogmatic și declară că «lucrurile există realmente»" [2].

Din aceste enunțări rezultă cît de confuze sînt noțiunile de filozofie pentru Werner Heisenberg. Realismul metafizic este pus pe seama lui Descartes, cel practic pe filozofia lui Kant și cel dogmatic este atribuit lui Einstein. În fond, toate aceste enunțări nu urmăresc decît o singură țintă, aceea de a arăta că nu este posibil să cunoaștem realitatea fizică, că aceasta poate fi redată doar prin calcul matematic, așa cum este, de exemplu, relația de incertitudine, care reprezintă totuși o realitate fizică în lumea microobiectelor.

După ce mai întîi îmbrățișează empirismul și pozitivismul, dar numai în măsura în care acestea ne pun în gardă împotriva „utilizării naive a termenului de «existență»", W. Heisenberg se îndreaptă împotriva acelor „teze filozofice care vor ca orice cunoaștere să fie de-

[2] W. Heisenberg. *Physique et philosophie*, Paris, Ed. Albin Michel, 1961, p. 82.

finitiv fondată pe experiență“ [3], postulat care a fost valabil în mecanica clasică. Heisenberg consideră că posibilitățile de a mări cunoștințele noastre în domeniile profunde ale naturii sînt limitate de faptul că nu putem pătrunde în aceste domenii decît indirect, grație celor mai perfecționate instrumente. Cu aceasta se pune la îndoială valabilitatea rezultatelor obținute de întreaga activitate experimentală din știință, ceea ce contravine faptelor cunoscute și verificate în activitatea teoretică și practică din toate domeniile științifice. Oamenii de știință perfecționează neîncetat instrumentele de observare, măsură și analiză. De la microscopul optic cu care biologii au descoperit celula pînă la microscopul electronic, care pătrunde în tainele asimilației celulare, de la telescopul cu care astronomii secolului al XVI-lea descopereau stelele altădată nevăzute la radiotelescoapele care au descoperit recent pulsarele este o cale lungă, care va continua, de perfecționare a mijloacelor de observare directă, în profunzimea micro și macrocosmosului.

Heisenberg scria : „În cursul discuției cu privire la interpretarea de la Copenhaga a mecanicii cuantice s-a subliniat că noi utilizăm conceptele clasice pentru a descrie echipamentul nostru experimental și, mai general, pentru *a descrie partea lumii care nu aparține obiectului experienței*“ [4]. În aceeași perioadă, acceleratoarele de particule și camerele cu bule realizau experiențe și înregistrau fenomenele din domeniul invizibil al microfizicii particulelor materiale. S-au descoperit pe această bază experimentală un număr mare de particule elementare. Heisenberg revine și scrie : „Experiențele făcute cu ajutorul radiației cosmice sau a marilor acceleratoare au relevat noi caracteristici interesante ale materiei... În fapt, aceste experiențe au probat complet mutabilitatea materiei“ [5]. După cum criteriul adevărului este practica, criteriul teoriei este experimentarea, și aceasta este valabil pentru oricare domeniu din macro sau microprofunzimea naturii.

Descoperirile cele mai recente din fizică l-au obligat pe Heisenberg să recunoască valoarea experimentării în cunoașterea realității, a materiei și să scrie în capitolul

[3] *Op. cit.*, p. 86.
[4] *Op. cit.*, p. 93 (subl. ns.).
[5] *Op. cit.*, p. 182 și 183.

Structura materiei din lucrarea citată : „Putem spera că eforturile combinate ale experiențelor din regiunea de foarte înalte energii și analiza matematică vor conduce într-o zi la completa înțelegere a unității materiei“ [6]. Așa scrie omul de știință, care nu poate să nu recunoască valoarea marilor rezultate obținute în experimentările din domeniul particulelor materiale sau al energiilor înalte, cum i se mai spune, ca atunci cînd devine filozof în capitolul următor *Limbaj și realitate în fizică*, unde începe să treacă la interpretări de natură filozofică, să reapară agnosticismul specific interpretării nedeterministe a fizicii cuantice : „Însă atomii sau particulele elementare nu sînt atît de reale ; ele formează o lume de potențialități sau de posibilități mai degrabă decît o lume de lucruri sau de fapte“ [7]. Totuși, acestea *nu mai sînt atît de reale*, nu sună ca verdictele nedeterministe din epoca interpretării subiectiviste din mecanica cuantică. A considera lumea atomilor numai o *potențialitate*, negăsind realitatea ei concretă, înseamnă a nega toate rezultatele obținute în fizica atomică, în acest secol cînd s-a descoperit modelul și structura atomică, fisiunea și fuziunea atomică.

Nu aceleași păreri are Max Born despre valoarea experimentării pentru cunoașterea naturii, a realităților fizice. În lucrarea sa *Experiența și teoria în fizică*, el scrie : „Îi sfătuiesc pe cei ce doresc să-și însușească arta profeției științifice să nu se raporteze pentru aceasta la rațiunea abstractă, ci să descifreze limbajul secret al naturii începînd cu documentele naturale : faptele experimentale“ [8]. Max Born aduce o precizare deosebit de valoroasă atunci cînd afirmă : „Cred că idei ca aceea a exactității și preciziei absolute, a adevărului definitiv etc., țin de o imaginație care ar trebui absolut interzisă să intre în știință“ [9]. Dar Max Born nu rămîne atît de consecvent în domeniul realităților științifice atunci cînd interpretează unele aspecte ale introducerii calculului probabilității în domeniul microfizicii cuantice, care a avut o valoare științifică atît de mare.

Introducerea unor interpretări subiective ale teoriei probabilității în fizica cuantică a avut repercusiuni care

[6] *Op. cit.*, p. 191.
[7] *Op. cit.*, p. 217.
[8] M. Born. *L'Expérience et la théorie en physique*, Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1955, p. 51.
[9] *Op. cit.*, p. 167.

s-au întins de-a lungul mai multor decenii. Prin aceasta, arată Popper la al 3-lea Congres internațional de logică, metodologie și filozofia științei, „teoria subiectivă a cunoașterii a pătruns în știință pe un front larg. Punctul de intrare originar a fost teoria subiectivă a probabilității. Dar răul s-a răspîndit în mecanica statistică, teoria entropiei, în mecanica cuantică și teoria informației“ [10]. Dar, din fericire, chiar de la lansarea subiectivă a probabilismului în interpretarea unor importante teorii în matematică și fizică, mai tîrziu în cibernetică, numeroși oameni de știință s-au împotrivit acestor concepții pozitiviste.

Iată cum prezintă A. Einstein situația în teoria cuantică, așa cum era după ce numeroși oameni de știință au acceptat interpretarea nedeterministă și probabilistă : „Teoria modernă a cuantei, sub forma caracterizată prin denumirile date de Broglie, Schrödinger și Dirac, teorie care operează cu funcții continue, a învins această dificultate datorită unei îndrăznețe interpretări, pe care Max Born a exprimat-o pentru prima dată limpede : funcțiile spațiului, prezente în ecuații, nu au pretenția de a fi un model matematic al structurilor atomice. Aceste funcții au menirea doar să determine, prin calcul, probabilitățile de găsire a unor asemenea structuri, în cazul unei măsuri într-un loc dat sau într-o situație de mișcare dată. Această concepție este ireproșabilă din punct de vedere logic și ea a avut rezultate importante. Dar, din păcate, ea obligă utilizarea unui continuum, al cărui număr de dimensiuni nu este cel al spațiului admis de fizică pînă în prezent (adică patru), ci crește în mod nelimitat, odată cu numărul moleculelor constitutive ale sistemului considerat. *Trebuie să mărturisesc că eu nu acord acestei interpretări decît o semnificație provizorie.* Eu cred încă în posibilitatea unui *model al realității, adică a unei teorii care să reprezinte lucrurile însele, și nu numai probabilitatea apariției lor*“ [11]. Introducerea calculului probabilității în mecanica cuantică a permis dezvoltarea științifică a acestei teorii de bază în știința modernă. Atunci cînd, dintr-o metodă de calcul matematic, teoria probabilității a fost în mod denaturat transformată în concepție probabilistă,

[10] *Op. cit.*, p. 110.

[11] A. Einstein. *Comment je vois le monde*, Paris, Ed. Flammarion, 1958, p. 153—154.

tot așa cum structuralitatea a fost deformată, în concepția structuralistă, în filozofia structuralismului, oameni de știință de mare valoare au luat poziții împotriva acestor tendințe pseudoștiințifice.

Max Born și-a dat contribuția la unele interpretări eronate ale introducerii calculului probabilității în mecanica statistică, la răspîndirea probabilismului în filozofie. „Noi recunoaștem încă o dată — scrie în lucrarea citată Born — absența individualității particulelor“. Din cauza ansamblului nu poate fi contestată individualitatea nici chiar în domeniul microparticulelor, unde dimensiunile infinit de mici, numărul astronomic al „indivizilor“, interacțiunile de tipul brownian, și mai complicate decît acestea, ridică probleme complexe de cunoaștere, pe care calculul probabilităților le soluționează ca instrument matematic, recurgînd la rezultate medii. Dar de aici nu se poate trage concluzia despre *absența individualității particulelor.* În domeniul atomic aceste microindividualități, atomii elementelor chimice, sînt bine definite, individualizate prin proprietățile lor fizice și chimice și chiar prin modelul cuantic al structurii lor, calculat și elaborat de Bohr pentru hidrogen. Individualizarea particulelor elementare este curentă în experiențele care se execută în acceleratoarele de viteză a particulelor. Radiația stimulată a laserilor este foarte coerentă, manipulează fotoni cu lungimi de undă individualizate, bine determinate. În cursul anului 1968 s-a executat în domeniul separării individului de ansamblu o experiență epocală. Profesorul Erwin Umeller și colaboratorii săi de la Universitatea de stat din Pennsylvania au realizat un microscop puternic, perfecționînd un aparat care mărea de cinci milioane de ori atomii de metal și proiecta imaginea lor pe un ecran fluorescent sub formă de nori de puncte luminoase. Noul microscop poate repera un atom determinat, să-l separe de alte milioane de atomi care-l înconjură și să-l trimită spre un spectrometru care-l va identifica ; pe baza timpului parcurs va fi identificat în funcție de masa sa.

Se poate deci spune cu cuvintele lui Born că *adevăruri definitive* în știința experimentală nu există, dar cele mai mari șanse de succes le au teoreticienii și experimentatorii care pleacă de la singurul adevăr absolut : realitatea obiectivă există independent de gîndirea

noastră, și ne putem apropia de cunoașterea ei în măsura în care vom considera că prin cercetarea științifică se pot descoperi tainele naturii, chiar și în domeniile sale invizibile direct omului, acolo unde se pătrunde cu ajutorul aparatelor tehnice sau cu gîndirea dialectică.

În această ordine de idei merită să fie subliniată din nou poziția lui Albert Einstein cu privire la realitatea fizică și adevărurile definitive în știință : „*Credința într-o lume exterioară, independentă de subiectul care o percepe, se găsește la baza tuturor științelor naturii.* Întrucît percepțiile simțurilor nu dau decît informații indirecte despre lumea exterioară sau despre realitatea fizică, aceasta din urmă nu poate fi sesizată de noi decît pe calea speculativă. Rezultă de aici că concepțiile noastre despre realitatea fizică nu pot fi niciodată definitive. Trebuie să fim întotdeauna gata să modificăm aceste concepții, adică fundamentul axiomatic al fizicii, dacă vrem să fim de acord — atît de deplin pe cît este posibil — cu faptele perceptibile. O privire asupra evoluției fizicii ne arată, într-adevăr, că acest fundament axiomatic a suferit, de-a lungul timpurilor, profunde schimbări“ [12].

REALITATE ȘI REFLECTARE

Legătura dialectică dintre realitate și reflectarea ei, ca o expresie a luptei și unității contrariilor în domeniul obiect-subiect, constituie cîmpul disputelor dintre principalele curente din filozofie și științele naturii din toate timpurile.

Cu privire la realitatea fizică și cunoașterea științifică, în lucrarea *Evoluția fizicii*, elaborată de Albert Einstein împreună cu Leopold Infeld, se subliniază de către autori încă în prefață : „Am încercat să înfățișăm forțele active care obligă știința să găsească idei corespunzătoare realității lumii noastre“ [13]. În aceeași lucrare se subliniază : „Toate ideile esențiale ale științei s-au născut în lupta dramatică dintre realitate și încercările noastre de a o

[12] A. Einstein. *Comment je vois le monde*, Ed. Flammarion, Paris, 1958, p. 193—194.

[13] A. Einstein, L. Infeld. *Evoluția fizicii*, București, Editura tehnică, 1957, p. 5.

înțelege. Avem de-a face din nou cu o problemă pentru a cărei soluționare trebuie să facem apel la noi principii. Înainte de a înfățișa încercările fizicii moderne de a explica contrazicerile dintre aspectele cuantic și cel ondulator ale luminii, vom arăta însă că exact aceleași dificultăți apar de îndată ce avem de-a face cu cuantele de materie în locul celor de lumină“ [14]. Aceste explicații erau cu atît mai necesare cu cît, împotriva rezultatelor evidente din fizica cuantică a particulelor elementare, reprezentanții Școlii de la Copenhaga contestau posibilitatea de a cunoaște realitatea obiectivă din lumea microobiectelor. Einstein și Infeld consideră, pe bună dreptate, că teoriile fizice încearcă să ne dea o imagine a realității și să stabilească legătura cu aceasta. Această imagine a realității, reflectare a realității, a făcut obiectul cercetării oamenilor de știință din toate timpurile. Oricît de relative ar fi posibilitățile de cunoaștere, natura există *independent de construcțiile minții noastre*, dar acestea vor fi cu atît mai științifice, mai viabile cu cît vor reflecta mai de aproape realitățile fizice, obiective, din natură.

Într-o conferință ținută de Max Planck în 1935, *Die Physik im Kampf um die Weltanschaung*, marele fizician afirmă poziția sa hotărîtă față de interpretările agnosticiste ale nedeterminismului : „La baza fizicii teoretice stă recunoașterea existenței proceselor reale și independente de senzațiile noastre. Această ipoteză trebuie să fie păstrată în mod absolut și în toate împrejurările ; chiar și fizicienii de orientare pozitivistă se folosesc de fapt de ea“. Reflectarea lumii reale este relativă, depinde în mare măsură de gradul de cunoaștere a realității obiective. Împotriva părerilor unor mari savanți germani, Max Planck declara într-o altă conferință (1941) : „Presupunerea omului de știință relativ la existența efectivă a «lumii reale», în sensul absolut al termenului, crește în final pînă la ferma convingere că nimic nu poate să-i mai scape. Această fermă credință în realul absolut din natură constituia pentru el premisele imediate, evidente ale muncii sale, ea fortifica de multe ori speranța sa de a se apropia în sfîrșit cu încă puțin de esența naturii obiective, putînd astfel să forțeze mai mult secretele ei.

[14] *Op. cit.*, p. 210.

Cum lumea reală, în sensul absolut al acestui cuvînt, este independentă de persoane individuale, și de fapt de fiecare inteligență omenească, orice descoperire realizată de un individ oarecare capătă o importanță perfect universală".

Max Planck este un om de știință care a militat în domeniul de cercetare din fizica teoretică de pe pozițiile determinismului, ale materialismului științific, deoarece el consideră *lumea reală* ca *independentă de persoane individuale* și de orice *inteligență omenească.*

Este demn de remarcat poziția lui Max Planck față de nedeterminismul fizic în domeniul microobiectelor. El combate pe adepții agnosticismului în microfizică. Mărimile direct observabile din fizica corpurilor, ca și mărimile direct observabile din fizica particulelor, sînt realități obiective, indiferent dacă se reflectă direct prin simțurile omului sau ele sînt rezultatul unor interpretări teoretice sau măsuri indirecte.

INSTRUMENTALISMUL ȘI REALITATEA FIZICĂ

Încercarea făcută de adepții nedeterminismului de a pune pe seama măsurii, a instrumentelor tehnice imposibilitatea de a se cunoaște realitatea fizică este combătută cu energie de Planck. Fără să-i menajeze de această dată, Planck consideră că un „examen profund trebuie să discrediteze această interpretare ca inadecvată și sterilă", deoarece „orice măsură fizică poate fi reprodusă în așa fel ca reproducerea să nu depindă nici de personalitatea individului care înfăptuiește experiența, nici de locul sau momentul operației de măsură, nici de altă circumstanță particulară. Aceasta vrea să spună pur și simplu că factorul decisiv în rezultatul operației de măsură se găsește dincolo de observator și că el este dat de relațiile reale de la cauză la efect care operează independent de observator" [15].

Teoria măsurii în fizică, ca și cea mai recentă din matematică, se bazează pe realitatea obiectivă, care poate fi nu numai observată, reflectată, ci și măsurată în mod

[15] M. Planck. *Autobiographie scientifique*, Ed. Albin Michel, Paris, 1960, p. 206—207.

direct, la dimensiunile simțurilor omului, sau în mod indirect, prin efecte vizibile sau invizibile. Un exemplu edificator îl dă Jean-Pierre Vigier : „Îndeosebi faptul că observarea razelor spectrale datorită fotonilor emiși de un atom de hidrogen anihilează acești fotoni dă indicații exacte asupra stării de energie a atomului în chestiune. Pentru noi, aparatul nu a acționat aici decît asupra unei părți a sistemului observat, fotonul, și nu este deloc responsabil de fenomenul de emisiune. Măsura permite chiar deducerea stării inițiale și stării finale a atomului observat" [16].

Legătura dintre fenomen și aparat este exprimată de relația dintre cauză și efect. Depinde de gradul de perfecționare a tehnicii utilizate ca fenomenul să ne fie transmis cît mai real posibil. Această relativitate este dialectică și nu dezminte existența obiectivă a fenomenelor fizice, independente de observatori și tehnica lor de măsură.

Concepția nedeterministă și probabilistă a fizicienilor din Școala de la Copenhaga, poziția lor agnosticistă a fost combătută de numeroși fizicieni din generația mai tînără. Iată ce scrie profesorul David Bohm, cunoscut pentru lucrările sale din domeniul microfizicii teoretice : „Ajungem deci la concluzia că, contrar celor susținute în interpretarea copenhagheză, teoria cuantelor poate fi dezvoltată mai departe prin introducerea noțiunii de realitate fizică, care are un conținut experimental și matematic nou, inexprimabil în formularea obișnuită, dar care totuși se apropie de teoria curentă în domeniile în care aceasta din urmă a fost bine confirmată" [17].

Realitatea fizică, acceptată de copenhaghezi pentru domeniile clasice ale cunoașterii, respectiv pentru fenomenele direct observabile, este valabilă pentru orice domeniu al naturii, inclusiv pentru domeniul cuantic, pentru lumea microobiectelor, neobservabilă direct la cele mai profunde niveluri.

Unitatea lumii, exprimată prin materialitatea ei, arată că realitatea fizică, și în general realitatea obiectivă, este

[16] J.-P. Vigier. *Structure des micro-objects dans l'interpretation causale de la théorie des quanta*, Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1956, p. 163.

[17] David Bohm. *Concepte clasice și neclasice în teoria cuantelor*, în *Materialismul dialectic și științele naturii*, vol. IX, București, Editura politică, 1964, p. 56.

expresia acestei unități, valabilă pentru orice domenii ale naturii din micro și macrocosmos.

O contribuție importantă în această mare dezbatere între cele două interpretări din fizica cuantică, cea deterministă și cea nedeterministă, o au și lucrările fizicianului francez Jean-Pierre Vigier. În lucrarea *Structure des micro-objets dans l'interpretation causale de la theorie des quanta* el supune unor analize critice interpretările copenhagheze și, pe baza rezultatelor obținute în cîteva decenii de dezbatere teoretică, mari descoperiri în microfizică, deschide noi perspective în acest domeniu atît de disputat dintre realitatea fizică obiectivă și cunoașterea sa subiectivă : „Școala de la Copenhaga neagă orice posibilitate de cunoaștere a obiectelor în afară de efectele acțiunii lor asupra aparatelor de măsură. Ea presupune chiar *apriori* caracterul etern neînțeles al unei asemenea acțiuni, al cărei mecanism exact va scăpa definitiv analizei înțelegerii umane. Se ajunge astfel în mod logic — cum a observat d-l Louis de Broglie — la un fel de «subiectivism» înrudit cu idealismul în sens filozofic..., care tinde să nege existența unei realități fizice independente de observator“ [18].

Ceea ce trebuie subliniat este că *realitatea fizică* există independent de procesele de observare și măsură, de interpretarea corectă teoretică sau chiar a experimentării. Aparatele de măsură, și cu atît mai mult gîndirea, mai mult sau mai puțin perfecționată, chiar a oamenilor de știință, pot influența gradul de cunoaștere, dar nu pot schimba caracterul obiectiv al realității fizice.

IPOTEZE ȘI TEORII

Aceste mari dezbateri nu s-au limitat numai la domeniul fizicii, ci au cuprins toate disciplinele din științele naturii și au atras participarea activă a filozofiei.

Clasicii marxism-leninismului au subliniat în nenumărate rînduri că reflectarea lumii reale este limitată de nivelul cunoștințelor epocii respective, de faptul că cunoașterea are un caracter relativ și temporar datorită complexității existenței, de faptul că transformările în

[18] J.-P. Vigier, *op. cit.*, p. 166—167.

natură au un caracter permanent. Analizînd modul cum se nasc și se rezolvă contradicțiile în natură, Engels arată că „nici în domeniul gîndirii nu putem evita contradicțiile și că, de pildă, contradicția dintre capacitatea de cunoaștere omenească, nelimitată prin natura ei, și existența sa reală în oameni cu toții limitați în exterior și avînd toți o cunoaștere limitată se rezolvă în succesiunea generațiilor, infinită, pentru noi cel puțin, din punct de vedere practic, se rezolvă în progresul infinit“ [19]. Cunoașterea este relativă, dar nu și lumea reală. Relativitatea cunoașterii se referă la capacitatea unei epoci de a deslușî tainele naturii și constituie motorul perfecționării mijloacelor de cercetare științifică și a progresului în știință, care n-are limite. Cu fiecare nouă mare descoperire se face un pas înainte în apropierea cunoașterii de realitatea obiectivă.

Procesul de apariție și de înlăturare a ipotezelor și de confirmare și perfecționare a teoriilor a fost studiat de F. Engels în *Dialectica naturii*. Acesta este un proces continuu de adîncire a cunoașterii și perfecționare a metodelor de gîndire și cercetare : „Forma de dezvoltare a științei naturii, în măsura în care ea gîndește, este *ipoteza*. A fost observat un fapt nou care face imposibil vechiul mod de a explica faptele care aparțin aceluiași grup. Din acest moment se impun ca o necesitate noi moduri de explicare, bazate inițial numai pe un număr limitat de fapte și observații. Materialul experimental ulterior epurează aceste ipoteze, le elimină pe unele, le corectează pe altele, pînă cînd legea este, în sfîrșit, stabilită sub formă pură. Dacă am vrea să așteptăm pînă cînd materialul necesar legii va fi *pur*, ar însemna să suspendăm pînă atunci cercetarea prin gîndire și, chiar numai din această cauză, legea nu ar mai ajunge niciodată să fie formulată“ [20].

Schimbarea frecventă a ipotezelor în științele naturii are drept cauză, consideră Engels, insuficienta pregătire logică și dialectică a cercetătorilor științifici, și aceasta nu trebuie să ducă la concluzia că nu sîntem în măsură să cunoaștem esența lucrurilor. Neconfirmarea ipotezelor, înlăturarea unor teorii este un proces istoric în care evo-

[19] K. Marx și F. Engels. *Opere*, vol. 20, București, Editura politică, 1964, p. 119.
[20] *Op. cit.*, p. 537—538.

luția în cunoaștere este determinată de organizarea cercetării științifice și nivelul tehnicii utilizate.

Dezvoltarea științelor naturii, descoperirea legilor care guvernează fenomenele se face pe baza elaborării ipotezelor și a teoriilor, a confirmării lor prin calcule, experimentare, măsurări și observări, prin viața socială a oamenilor. Descoperirile în științele naturii care au la bază observarea fenomenelor, experimentările, elaborarea teoretică utilizează toate aceste forme ale gîndirii pentru îmbogățirea cu fapte și demonstrații, pînă cînd ipotezele se transformă în teorii. Observarea fenomenelor naturii și interpretarea lor, experimentările practice și generalizarea rezultatelor, interpretările teoretice sau elaborarea matematică sînt diverse demersuri ale gîndirii științifice, care contribuie toate la descoperirea legilor obiective din natură.

Un exemplu strălucit al unor asemenea descoperiri este elaborarea de către Albert Einstein a teoriei relativității la stadiul de dezvoltare a matematicii și fizicii de la începutul secolului al XX-lea. Acesta publică în 1905 *Teoria relativității restrînse*, care generalizează descoperirile lui Lorentz și Minkovski cu privire la continuul cvadridimensional spațiu-timp. Legile naturii, care se exprimau pînă atunci în spațiul tridimensional al geometriei euclidiene, urmau să se exprime în continuul cvadridimensional spațio-temporal. Evenimentele care se raportau pînă atunci la cele trei coordonate carteziene își vor găsi o explicație mai satisfăcătoare raportate la un sistem de referință cu patru coordonate, care se prezintă în mod unitar. Albert Einstein arată că teoria în patru dimensiuni din teoria relativității restrînse se deosebește de cea din spațiul cu trei dimensiuni nu numai prin numărul acestora, ci și prin relații care exprimă realitatea. Teoria relativității restrînse capătă la numai cîțiva ani o formă perfecționată datorită tot lui Albert Einstein, care în 1917 publică *Teoria relativității generale*, eveniment ce a însemnat un mare progres față de concepțiile mecanicii clasice.

Teoria relativității generale a pornit de la fenomene cuprinse într-o teorie dovedită experimental, la elaborarea teoretică, pentru ca printr-o analiză critică să se elaboreze o nouă *teorie a relativității cîmpului nesimetric*, teorie ce trebuia și ea dovedită experimental. Acest

proces dialectic al dezvoltării în cunoaștere se face printr-o analiză critică și descoperirea unor noi instrumente matematice, care deschid noi cîmpuri teoretice. Albert Einstein arată că „cercetările din domeniul teoriei relativității restrînse ne-au arătat însă că, în locul scalarului densității de masă a substanței, trebuie utilizat tensorul densității de energie. Acesta din urmă conține nu numai tensorul energiei materiale ponderabile, ci și cel al energiei electromagnetice. Am văzut chiar că, în lumina unei analize mai adînci, tensorul energiei trebuie considerat doar ca un mijloc provizoriu de reprezentare a materiei. În realitate, materia e compusă din particule elementare electrizate și trebuie considerată ea însăși ca o parte și chiar ca partea principală a cîmpului magnetic“ [21]. Acestea sînt elemente care au făcut că în mai puțin de trei decenii teoria relativității să cunoască trei etape ale dezvoltării sale.

În fond, aceste demonstrații teoretice ale echivalenței dintre masă și energie, dintre inerție și gravitație, dintre masa inertă și masa grea, exprimată matematic prin tensori, cum ar fi „tensorul energiei al materiei“, trebuie să fie dovedită și practic, prin măsurători.

Teoria relativității generale stabilește că mersul tuturor fenomenelor care au ritm propriu este influențat de mediile favorabile vecine. Aceasta înseamnă că o rază de lumină care trece prin apropierea unui astru, soarele de exemplu, va fi deviată. S-a calculat chiar o abatere de 1,7". Doi ani mai tîrziu, după apariția lucrării, în 1917, o expediție engleză în Brazilia pentru studiul eclipsei de soare a confirmat cu o aproximație remarcabilă existența acestei abateri. A fost o strălucită confirmare practică a teoriei relativității generale. Tot pe baza concluziilor teoretice s-a stabilit că liniile spectrale ale radiației produse la suprafața soarelui se deplasează spre roșu față de radiațiile produse pe pămînt cu circa 2.10^{-6} din lungimea lor de undă. Această demonstrație s-a făcut după descoperirea „stelelor pitice“, care au o deplasare spre roșu în raport cu soarele, așa cum rezultă din calculul teoretic.

Într-o lucrare de o mare valoare științifică, *Verificările experimentale ale relativității generale*, Marie-An-

[21] A. Einstein. *Teoria relativității*, București, Editura tehnică, 1957, p. 97—98.

toinette Tonnelat, profesor la facultatea de știință din Paris, face o largă prezentare teoretică și experimentală a confirmării unor legi descoperite de Einstein, pe baze teoretice, folosind calculul matematic și analiza fizică. Numeroase concluzii teoretice au fost confirmate prin observări și experimentări, și cu riscul unor repetări le voi înșira fugitiv. Legea echivalenței *masei inerte* și a *energiei* din teoria relativității restrînse și legea echivalenței *masei inerte* și *masei grele* din teoria relativității generale au fost verificate în foarte numeroase experiențe din domeniul fizicii atomice. Principiul echivalenței a fost confirmat prin măsurări : un cîmp de accelerație și un cîmp de gravitație comunică și unul și altul unui corp o accelerație independentă de masă. S-a confirmat și principiul einsteinian că universul fizic este neeuclidian, curbura riemaniană fiind caracteristica generală a spațiului universal. Noua lege a gravitației din teoria relativității generale a fost confirmată de calculul avansului de periheliu al planetei Mercur, tot așa cum au fost confirmate și alte principii ale aceleiași teorii, ca : deviația radiației luminoase de un cîmp gravitațional, decalajul frecvențelor slabe, care în domeniul experimental a fost confirmat de construcția ceasurilor atomice foarte precise (masere), ca și studiul sistematic al emisiei și absorbției prin rezonanță a radiațiilor gama (efectul Mössbauer).

Toate ipotezele secolului trecut cu privire la existența eterului au fost eliminate complet din fizică și astronomie de teoria relativității restrînse. Toate aceste confirmări experimentale ale unor concluzii stabilite pe baze teoretice arată importanța nu numai imediat practică, dar și de previziune științifică a teoriei care are o solidă bază științifică.

Spre sfîrșitul vieții sale, A. Einstein ajunge la concluzia că teoria relativității generale este numai în parte satisfăcătoare în forma în care fusese elaborată în 1917 și că aceasta trebuie să fie concepută numai ca o teorie de cîmp. El încearcă să pună bazele teoriei relativiste a cîmpului, dar cum teoria cîmpului nu permite să înțelegem structura atomistică și cuantică a realității, este necesar să se găsească o altă cale teoretică care să poată fi pusă în concordanță cu experiența. Și Einstein conclude :

„Numai un progres însemnat în metodele matematice ne poate ajuta“ [22].

Toate aceste încercări de a găsi baza teoretică prin formalismul matematic sînt caracteristice metodelor de lucru ale lui Albert Einstein. Dar cercetarea fenomenelor din univers nu poate fi redusă numai la atît, și, practic, oamenii de știință urmează activ nu numai analiza matematică pentru descoperirea realității obiective, ci și analiza fenomenelor, experimentările la scară foarte întinsă, observările cu tehnica avansată a timpurilor noastre, generalizarea prin interpretarea teoretică a datelor rezultate din experimentare, observare și măsură.

În cartea *Evoluția fizicii*, Albert Einstein și Leopold Infeld arătau importanța elaborării unor criterii pentru confruntarea ideilor noastre cu realitatea : „Știința ne obligă să creăm noi idei, noi teorii. Scopul nostru este să dărîmăm zidul contrazicerilor care barează deseori drumul progresului științific. Toate ideile esențiale ale științei s-au născut în lupta dramatică dintre realitate și încercările noastre de a o înțelege“ [23]. A descoperi și a înțelege realitatea, a confrunta realitatea cu experimentul științific și practica socială este calea care duce spre cunoașterea științifică a naturii și societății.

Acesta este procesul dezvoltării științelor naturii, a științelor în general. Observările și experimentările prin generalizare dau naștere la ipoteze și teorii care, odată elaborate, reclamă alte observări și experimentări. Acestea aduc noi elemente pe baza cărora se dezvoltă teoria sau apar noi teorii care lărgesc sfera de cunoaștere a fenomenelor, descoperă și elaborează cît mai aproape de realitatea obiectivă legile care stau la baza lor, pun stăpînire pe forțele naturii și reglează în spiritul progresului social forțele și relațiile de producție.

Teoria suferă o evoluție, uneori bizară, datorită gradului de cunoaștere sau de interpretare. Un exemplu edificator este și teoria luminii, a cărei bază teoretică a suferit din secolul al XVII-lea pînă în secolul al XX-lea numeroase schimbări. Paul Langevin arată astfel cum au evoluat principiile care au stat la baza teoriei luminii : „Istoria teoriei luminii arată că fizicienii adoptă în mod

[22] *Op. cit.*, p. 190.

[23] A. Einstein, L. Infeld. *Evoluția fizicii*, București, Editura tehnică, 1957, p. 210.

succesiv concepțiile corpusculară și ondulatoare a luminii. Teoria corpusculară este aceea pe care o expune Lucrețiu ; îi vedem în secolele al XVII-lea și al XVIII-lea pe Huyghens și Newton susținînd unul teoria ondulatoare, iar celălalt teoria corpusculară, care va fi unanim recunoscută de fizicieni pînă cînd Fresnel îi substituie teoria sa ondulatoare *mecanică* a eterului. Aceasta va fi înlocuită de teoria ondulatoare *electromagnetică* a lui Maxwell"[24]. Teoria unanim acceptată azi este o sinteză a celor două teorii, corpusculară și ondulatoare, și a fost elaborată de Einstein în 1905 ca o concluzie a studiului cuantic al fenomenului fotoelectric. Evoluția științifică a teoriei luminii arată că Lucrețiu și Newton au observat o caracteristică fundamentală a fenomenului, Huyghens și Fresnel altă caracteristică fundamentală Maxwell și Lorentz au dat interpretarea electromagnetică, ca după elaborarea teoriei cuantice a lui Planck, teoria luminii să devină corpuscular ondulatoare, așa cum a descoperit-o Einstein. De fiecare dată oamenii de știință au apropiat teoria de realitatea obiectivă. Aceasta s-a făcut din confruntarea teoriei cu realitatea fenomenelor provocate de lumină, și de fiecare dată cînd acestea nu erau în concordanță, teoria suferea o modificare, se realiza un progres. Se pot da și alte exemple de evoluție a teoriei din confruntarea sa cu practica, cu realitatea.

LIMITELE CUNOAȘTERII ÎN DOMENIUL CUANTIC

Descoperirile moderne, teoretice și experimentale, din fizica atomică, nucleară, electronică, a particulelor materiale au extins bazele cunoașterii, au confirmat poziția solidă a materialismului dialectic în științele naturii. Cu toate acestea, nu puține au fost încercările de a interpreta aceste mari descoperiri de pe pozițiile agnosticismului și pozitivismului.

Pornind de la teoria cuantelor și teoria relativității, Louis de Broglie a pus în 1924 bazele *mecanicii ondulatorii*, confirmată și dezvoltată în 1926 de E. Schrödinger. Undele au fost asociate corpusculelor (electroni, neutroni,

[24] P. Langevin. *La pensée et l'action*, Paris, Editions sociales, 1964, p. 107.

protoni etc.) tot așa cum A. Einstein a asociat undele cuantelor de lumină, caracterul ondulator celui corpuscular. În 1927 această nouă bază teoretică în fizica corpusculelor a primit o strălucită confirmare prin experimentul lui Davison și Gernier, precum și al lui Thomson. În aceeași epocă, fizicieni celebri ca Born, Bohr, Heisenberg, Jordan, Dirac pun bazele mecanicii cuantice, plecînd de la principiul incertitudinii, al interpretării probabiliste a teoriei cuantelor. Bazele teoretice ale mecanicii cuantice au fost îndepărtate de studiul realității obiective. Pornind de la faptul că nu se poate determina în același timp viteza și poziția corpusculelor în mișcare, N. Bohr și W. Heisenberg au elaborat teoria complementarității.

Plecînd de la interacțiunea dintre obiectele atomice cercetate și instrumentele de măsură cu care se fac aceste cercetări, N. Bohr neagă posibilitatea cunoașterii acestor microobiecte. Într-o conferință ținută în 1937 la Congresul internațional de fizică și biologie, la Bologna, N. Bohr afirma : „În particular, orice experiență avînd ca țel să fixeze coordonatele spațiale și temporale ale unui electron dintr-un atom va implica inevitabil un schimb necontrolabil între atom și instrumentele de măsură, în principiu de impulsiune și de energie, care va anihila complet remarcabilele legi ale stabilității atomice datorită cuantei de acțiune. Invers, orice încercare de a cerceta asemenea legi, a căror enunțare ar implica conservarea energiei și impulsului, ne va impune, în principiu, să renunțăm în spațiu și timp la electronii individuali ai atomului. Departe de a fi contradictorii, diferitele aspecte ale fenomenelor cuantice care apar astfel în condiții experimentale exclusive unul de altul trebuie să fie considerate ca «complementare», dîndu-i acestui cuvînt un sens nou"[25]. N. Bohr conclude că nu se poate fixa poziția electronului în spațiu și timp, de aceea aceste *fenomene cuantice* se exclud unul pe altul, adică spațiul și timpul se exclud unul pe altul și trebuie să fie considerate complementare. Dar faptul că nu se poate determina simultan, prin măsurători, poziția electronului în spațiu și în timp nu poate dezminți realitatea obiectivă a spațiului și timpului, tot așa cum nu se poate dezminți

[25] N. Bohr. *Physique atomique et connaissance humaine*, Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1961, p. 22.

existența electronului. Spațiul și timpul sînt caracteristici esențiale ale materiei, deci și ale electronului. Electronii sînt în permanentă mișcare și de aceea se găsesc și nu se găsesc în același timp, în același loc. Aceasta nu exclude însă ca spațiul și timpul, ca și masa, să fie în același timp caracteristicile de nedespărțit ale electronilor, ale tuturor particulelor materiale.

În 1938, la Congresul internațional de antropologie și etnografie ținut la Copenhaga, N. Bohr afirmă : „Această dezvoltare a fizicii ne-a obligat să schimbăm radical atitudinea față de descrierea naturii. Ceea ce pune aceasta cel mai clar în evidență este faptul că principiul cauzalității, privit pînă atunci ca fundamentul indiscutabil al oricărei interpretări a fenomenelor naturale, se dovedea un cadru prea strîmt pentru a cuprinde legile specifice care comandă procesele atomice individuale. Toată lumea va înțelege, fără îndoială, că au fost necesare motive foarte concludente ca fizicienii să abandoneze idealul cauzalității“ [26]. Fizicienii care au părăsit idealul cauzalității au fost numai cei din școala complementarității de la Copenhaga, cei care au pășit pe căile indeterminismului, agnosticismului și ale neopozitivismului. În anii care au urmat, fizicienii și-au îndreptat studiile spre mecanica cuantică sau ondulatoare, deterministă și materialistă, și nicidecum spre mecanica cuantică nedeterministă, probabilistă și agnostică. După 1951, pe baza noilor descoperiri teoretice datorită lui D. Bohm și J.-P. Vigier, cunoscutul savant francez L. de Broglie a reluat drumul inițiat de el al mecanicii ondulatorii, pe care l-a părăsit în 1927 sub presiunea nedeterminiștilor și a probabiliștilor, după cum marii savanți ai omenirii M. Planck, A. Einstein, P. Langevin, Irène și Frederic Joliot-Curie, Vavilov, Blohințev, Max von Laue nu au părăsit niciodată principiul cauzalității în fizică.

Într-un articol *Fizica modernă și determinismul*, publicat în primul număr al revistei franceze „La Pensée“, în 1939, Paul Langevin, comentînd *criza din fizică*, arată : „Filozofii idealiști, ca și fizicienii care împărtășesc concepțiile lor, ca Edington, Jeans, Jordan, Dirac și alții, au afirmat că progresele recente ale fizicii dovedesc că nu există o lume reală independentă de gîndire, că dorința noastră de a cunoaște realul se lovește de limite

[26] *Op. cit.*, p. 28.

de netrecut, cauzalitatea și determinismul nu pot fi găsite decît în spiritul nostru sau nu sînt valabile în interiorul unor frontiere dincolo de care nu există decît nedeterminare în faptele însești. Aceste diverse teme, și în special ultima, au fost dezvoltate în numeroase comentarii consacrate relațiilor de incertitudine descoperite de Heisenberg. Comentatorii au dorit să vadă în aceasta mărturia făcută de fizică cu privire la limitele cunoașterii în știință în general și a valorii determinismului în particular. Fie că se datorau fizicienilor sau filozofilor, aceste teze au fost prezentate cu o asemenea precipitare, că autorii lor au făcut previziuni care nu au întîrziat să primească dezmințirea cea mai categorică“ [27]. P. Langevin încheie acest articol cu o adevărată profesiune de credință în posibilitățile științei de a cunoaște realitatea, adevărul, care merită să fie remarcată : „Puterea științei de a cunoaște realitatea așa cum este, iată de fapt lecția care se desprinde de o manieră deosebit de pregnantă din toate progresele pe care fizica modernă le-a realizat deja și din toate cele care se anunță de pe acum de cercetările în curs“ [28].

PROGRESUL ÎN ȘTIINȚĂ ȘI CUNOAȘTEREA ȘTIINȚIFICĂ

Progresul științei ne apropie din ce în ce mai mult de cunoașterea realității obiective. Dar natura este infinită, deci și realitățile obiective sînt infinite, de aceea obiectivele de cercetat vor fi și ele infinite. Acest adevăr, recunoscut de materialismul dialectic, este sursa puterii de cuprindere a problemelor pe care le ridică mereu progresul științei, de a găsi noi căi de cercetare care să ne apropie de descoperirea realităților obiective din natură, cu existența sa infinită în spațiu și timp.

V. I. Lenin sublinia : „A considera că teoria este o reproducere, o copie aproximativă a realității obiective — iată în ce constă materialismul“ [29]. Așa e posibilă

[27] P. Langevin. *La pensée et l'action*, Paris, Editions sociales, 1964, p. 99—100.

[28] *Op. cit.*, p. 117.

[29] V. I. Lenin. *Opere complete*, vol. 18, București, Editura politică, 1963, p. 276.

dezvoltarea științei, fie că este vorba de fizică, fie că se referă la filozofie. Teoria, ca să fie valabilă, trebuie să folosească legile obiective care stau la baza fenomenelor din natură, trebuie să reflecte cît mai aproape posibil realitatea obiectivă. Teoria, în toate ramurile științei, ca să fie exactă sau aproximativ exactă, trebuie să se bazeze pe concepția materialistă despre lume, pe metoda de cercetare și gîndirea dialectică. Pe aceste baze teoriile vor fi științifice, vor putea înfrunta verificarea practicii experimentale, de observări sau măsură, vor rezista timpurilor, vor suferi unele modificări în măsura în care va fi necesar ca ele să se apropie cît mai mult de realitatea obiectivă. Criteriul adevărului în știință este confruntarea teoriei cu realitatea.

În elaborarea teoriei în știință trebuie să se țină seama de remarca lui F. Engels din *Dialectica naturii*: „Faptul că gîndirea noastră subiectivă și lumea obiectivă sînt supuse acelorași legi și că de aceea, pînă la urmă, ele nu se pot contrazice în rezultatele lor, ci trebuie să concorde, domină în mod absolut întreaga noastră gîndire teoretică“ [30]. Cu cît gîndirea subiectivă reflectă mai corect lumea obiectivă, cu atît teoria va reflecta mai corect realitatea, va trece cu succes examenul practicii, verificarea experimentală, confruntarea cu observarea și măsurarea, realizate cu cele mai perfecționate mijloace tehnice. Teoria joacă un rol de seamă pentru toate domeniile cercetării științifice, dar reprezintă principala formă de cunoaștere pentru domeniile care nu sînt direct perceptibile de către simțurile noastre. Iar pentru domeniul infiniturilor, teoria este singurul mijloc de cunoaștere. Interpretarea științifică a experimentării, observării și măsurării poate genera elaborarea noilor teorii prin care se și generalizează ideile noi, după cum ipotezele devin teorii după ce au trecut cu succes examenul în confruntarea cu experimentarea sau observarea în științele naturii, în confruntarea cu practica societății în științele sociale.

Procesul perfecționării continue a cunoașterii are un caracter obiectiv. El nu este numai rezultatul setei de cunoaștere a oamenilor în general, a oamenilor de știință în special, ci o necesitate obiectivă a existenței și dezvoltării. Ar fi demoralizant să se considere că eforturile intelectuale care se fac pentru a adînci cunoașterea, de a descoperi tainele naturii, fără de care nici n-ar fi fost cu putință ca forțele naturii să fie puse în slujba omului, a societății, a creșterii bunăstării materiale și spirituale, nu pot să avanseze omenirea pe căile progresului. Acest lucru este contrar cu tot ce cunoaște omenirea în mileniile de civilizație.

[30] K. Marx și F. Engels. *Opere*, vol. 20, București, Editura politică, 1964, p. 561.

O SUBSTANȚĂ COMUNĂ

V. I. Lenin a studiat cele mai noi teorii ale timpului său din domeniul științelor naturii. El a remarcat faptul că lumina și electricitatea sînt forme de mișcare ale aceleiași *substanțe*, pe care o considera încă eterul, care își trăia ultimele zile. Teoria eterului va fi abandonată odată cu apariția teoriei relativității. Este un exemplu cum o ipoteză, fiind depășită de alta, mai apropiată de realitate, este înlăturată, și încă într-un timp scurt, dar nu fără cunoscutele polemici aprinse din primele decenii ale existenței sale, cum s-a întîmplat și cu teoria relativității. Ceea ce trebuie reținut este faptul că Lenin, înainte cu un sfert de secol de la apariția generalizării caracterului cuantic și ondulator, de la cuanta de lumină la particulele materiale, arată că lumina și electricitatea sînt forme de mișcare ale aceleiași substanțe. Fizica va descoperi repede că această substanță este reprezentată de particule materiale care există independent de simțurile și gîndirea umană, care se reflectă prin intermediul simțurilor în gîndire. Reflectarea fiind subiectivă, cunoașterea, cu atît mai mult conștiința, sînt și ele subiective, ceea ce determină caracterul lor relativ. Contradicția dintre lumea reală, care este obiectivă, și reflectarea, care este subiectivă, a fost și va rămîne forța motrice a progresului în știință.

Un alt exemplu de progres în cunoaștere din științele naturii îl constituie modul cum s-a elaborat baza teoretică, și apoi cea experimentală, a unității materiei, formele energetice de mișcare. Radiațiile de lumină, ca și radiațiile cosmice, energia electrică, ca și energia nucleară, energia atomică, ca și cea moleculară, au o bază comună, universală: particulele materiale, care au o masă minusculă, o viteză pînă la aceea a luminii, și dincolo de

aceasta (este deocamdată o ipoteză) o mișcare specifică reprezentată printr-un moment magnetic, spin, într-un cuvînt acele numere cuantice care determină caracteristicile fiecărei particule în parte.

Radiațiile, ca și substanțele chimice, sau corpurile de orice natură ar fi, au o natură comună, de data aceasta de domeniul categoriilor filozofice, materialitatea lor. Particulele au mișcări caracteristice, determinate de masa și structura lor. Energia radiațiilor, fie că este luminoasă, electronică, nucleară, atomică sau oricare ar fi forma de mișcare a particulelor, sînt multiple forme ale mișcării materiei.

CUNOAȘTEREA ȘI TEHNICA MĂSURII

Materia și mișcarea sînt realități obiective, ele există independent de senzații, de conștiință. Luăm însă cunoștință de ele prin senzații, fie direct — cum este cazul luminii —, fie prin intermediul aparaturii tehnice, cum este cazul radiațiilor cosmice. Senzațiile nu pot percepe toate fenomenele naturii. Organele senzoriale au anumite limite de percepere. Datorită dezvoltării științei și tehnicii s-au descoperit aparate în măsură să înregistreze fenomenele naturii, să le transpună în forme perceptibile. Datorită spectroscopiei, omul a luat cunoștință de radiațiile din ultraroșu și ultraviolet, care sînt, de o parte și de alta a spectrului vizibil de lumină, direct perceptibile. Aceste aparate s-au dezvoltat atît de mult, încît prin spectrometrul în infraroșu sau spectrograful de masă sîntem în măsură să determinăm elemente ale structurii materiei la nivel atomic și molecular cu foarte mare exactitate. Cu ajutorul spectrografiei, astrofizica a descoperit în marile depărtări ale universului elemente atomice și molecule organice.

Tehnica cea mai modernă a permis fuziunea și fisiunea atomică, cu mari degajări de energie. Iar acceleratoarele de viteză de particule materiale au permis mari descoperiri în microstructura materiei, urmărirea reacțiilor dintre particule, trecerea lor dintr-una în alta, interacțiunea permanentă dintre ele. Epoca noastră a putut studia astfel reacțiile nucleare între particulele materiale, să confirme legile de conservare a materiei și mișcării în domeniile microstructurii, ale microcosmosului. Faptul

că unele fenomene ale naturii imperceptibile direct prin organele senzoriale se fac percepute prin intermediul aparatelor tehnice a făcut pe unii savanți să tragă unele concluzii greșite, să cadă în idealism, în agnosticism, considerînd că nu sîntem în măsură să cunoaștem realitatea obiectivă, lumea reală, că întreaga natură, domeniul cuantic microcosmic în special nu sînt decît fructul imaginației lor, reprezentate prin instrumentele matematice.

Se cunosc foarte multe aparate care sînt în măsură să ne redea, mai mult sau mai puțin exact, realitatea obiectivă. Istoria determinării metrului etalon este un exemplu de progres în știință și tehnică. Primul etalon din metal al *metrului* s-a dovedit influențabil de condițiile exterioare și neexact. Din aceste motive s-a adoptat ca etalon pentru metru lungimea egală cu 1 650 763,73 lungimi de undă, în vidul radiației corespunzînd trecerii de la nivelul 2_{p10} și 5_{d5} al atomului de kripton 86. Stabilitatea acestei lungimi de undă, măsurată prin aparate, reflectînd realitatea obiectivă din excitația existentă în nivelurile atomului de kripton, dezminte teoria deformării realității fizicii de către aparatură ; dacă aparatura se realizează la un nivel tehnic corespunzător, iar interpretarea se face de pe bazele obiective ale științei, se poate descoperi realitatea obiectivă.

În octombrie 1967, a 13-a Conferință generală de măsuri și greutăți a definit *secunda* pe baza etalonului atomic de frecvență cu cesiu. Definiția secundei a evoluat de la ceasurile mecanice bazate pe mișcarea balansoarului la mașinile electronice care folosesc rezonanța cristalului de cuarț și, în sfîrșit, cea mai nouă și mai înaltă definiție se bazează pe fenomenele de rezonanță atomică și moleculară. S-au construit numeroase etaloane, cel mai precis fiind maserul cu hidrogen, care are cel mai înalt grad de stabilitate atît pe termen lung (1 zi) de $2 \cdot 10^{-14}$ și pe termen scurt (1 secundă) de $5 \cdot 10^{-13}$, cît și cea mai bună reproductibilitate de $\pm 5 \cdot 10^{-13}$. S-ar putea reproșa acestor aparate că dau totuși deformări extrem de minuscule, și, totuși, deformări, chiar dacă sînt de ordinul 10^{-13} dintr-o secundă. Dar aceasta ne-a apropiat mai mult de determinarea elementelor de măsură care să reflecte cît mai aproape realitatea obiectivă chiar pentru domeniul infinitului mic. În toate domeniile de

știință, în fizică și chimie, biologie și medicină, industrie și agricultură, în toate ramurile economiei se utilizează o tehnică a cărei perfecționare se realizează în proporții geometrice, ritm care se accelerează continuu.

Există, desigur, aparate neperfecționate care redau parțial sau incorect realitatea obiectivă, dar aceasta nu este tot atît de grav ca atunci cînd mintea oamenilor deformează realitatea obiectivă.

Tehnica aparatelor de măsurat și observat s-a dezvoltat într-un ritm extraordinar în secolul nostru. Se obțin mesaje din infinitul cosmic, din infinitul mic al particulelor materiale. Datorită unor telescoape gigantice, ca acela de la Palomar, de 5 078 milimetri, s-au descoperit cvasarii, denumire rezultată din prescurtarea cvasistelar, corpuri stelare mai mici decît galaxiile, dar de o sută de ori mai strălucitoare, care se deplasează cu viteze foarte mari, cu peste 240 000 km/sec., aproape de viteza luminii. Cu ajutorul radiotelescoapelor de 25—30 m se sondează și se primesc mesaje din adîncul fără sfîrșit al universului. Radiosursele stelare permit să se determine densitatea corpurilor astrale în galaxii, să sondeze spațiul infinit cosmic. Se poate acum determina densitatea și presiunea în univers. Se poate examina, datorită spectrelor, compoziția la suprafață a corpurilor astrale. Sistemele de grupare a corpurilor din univers, de la nebuloasa gazoasă la galaxii, de la cvasari la radiogalaxii, formează obiectul celor mai noi observări astronomice. S-au primit mesaje din univers de ordinul miliardelor de ani-lumină. Radioastronomia ne permite să studiem structura universului, după cum perfecționarea continuă a spectroscopiei ne permite să cunoaștem elementele de microstructură ale corpurilor siderale. Prin analizele spectrale s-au pus bazele științei astrofizice ; după cum cele mai recente descoperiri deschid căile și pentru astrochimie. Savanții Universității din California au reușit, cu ajutorul unui gigantic radiotelescop, să determine în spațiile siderale, în norii de praf și gaz interstelar, un strat de molecule de amoniac la 30 000 de ani-lumină distanță. Ei consideră acest lucru deosebit de important și pentru faptul că mulți savanți consideră amoniacul la originea corpurilor organice care stau la baza vieții. Un grup de cercetători în domeniul astrofizicii, sovietici și francezi, au întreprins explorarea spațiilor siderale, cu ajutorul radiotelescopului de la Nancy,

pentru a descoperi norii radicalului hidronil, care se găsesc în apropierea zonelor cu stele foarte fierbinți care emit radiații ultraviolete și unde radio. Universul a devenit un imens laborator al astrofizicienilor și chimiștilor, în care mesagerii marilor spații siderale, radiațiile de lumină și undele radio fac posibilă extinderea cunoașterii spre marele infinit.

Odată cu perfecționarea aparaturii de măsură, observare și înregistrare cresc cunoștințele noastre despre univers, care se dovedește infinit în toate manifestările sale, distanțe, structuri, mișcări.

În același timp, tehnica de măsurat și observare ne-a permis să cunoaștem cealaltă extremă nelimitată, către infinitul mic. Analiza spectrelor de emisie și absorbție permite să realizăm studii asupra *structurii atomice* și *moleculare*. Spectroscoapele de rezonanță magnetică nucleară au devenit azi ustensile de lucru în toate laboratoarele care analizează cele mai complexe structuri moleculare organice. Precizia cu care se determină atomii din structurile moleculare, așezarea lor spațială, gruparea lor în radicali și a radicalilor în lanțul molecular uimește și pe cei mai sceptici adepți ai posibilităților de cunoaștere din domeniul microstructurii materiei. Spectrografia înregistrează pentru noi cele mai subtile manifestări de mișcare în lumea microobiectelor, a particulelor materiale. Difracția fotonilor și a electronilor ne permite să studiem fizica undelor și mecanica cuantică, proprietățile fizice cele mai caracteristice ale mișcării particulelor materiale. Microscopul electronic și cel protonic ne permit să facem observația directă la primele niveluri ale microcosmosului, în domeniul macromoleculelor și al ființelor unicelulare.

Cu o deplină justificare, în lecția inaugurală a catedrei de psihologie celulară de la Collège de France, profesorul François Morel făcea previziuni științifice demne de o minte rațională : „Fiziologia celulară trebuie să contribuie a asigura la nivelul celulei această continuitate a cunoașterii, care va permite, poate, într-o zi, prin integrări succesive, să se descrie funcționarea omului pornind de la fizio-chimia macromoleculelor sale. Perspectivă foarte ambițioasă desigur, dar în care nu trebuie să se vadă o atitudine de îngîmfare, căci fiziologistul se simte și se știe de acum prea dependent de disciplinele vecine pentru a nu înțelege că drumul nu va putea fi

parcurs eficace decît prin conjugarea eforturilor tuturor“ [31].

Josef Pliva de la Ohio State University (Columbia) a reușit o nouă metodă de a măsura viteza luminii, utilizînd simultan în determinarea unor constante spectroscopice ale moleculelor liniare atît analiza bazată pe microunde, cît și pe infraroșu. Pe baza analizei statistice a moleculelor de CO, HCl și N_2O a obținut viteza luminii $c = 299\,792{,}3$ km/sec., față de valoarea admisă $c = 299\,792{,}5$ km/sec. [32].

Mijloacele tehnice moderne, ca și posibilitățile financiare au permis construcția unor acceleratori de particule de mare capacitate. Astrofizicianul Fred Heyle a numit acceleratorii de particule *dinozaurii timpurilor moderne*. De la primele aparate, care aveau doar cîteva milioane de electron-volți (Mev), s-a ajuns la acceleratorul de la Geneva al Centrului european de cercetări nucleare (C.E.R.N.) de 28 Gev (miliarde electron-volți). Inelul circular este de 2 400 m în diametru. Noul accelerator liniar de la Stanford, destinat studiului electronului, are o lungime de 3 km. Pentru viitor se prevăd unități și mai mari, adevărați giganți ai tehnicii moderne. În 1967 s-a pus în funcțiune în Uniunea Sovietică un accelerator de particule de 70 Gev. Se proiectează construcția unor unități de 200—300 Gev. Aceasta va permite să se studieze realitatea fizică a particulelor materiale de dimensiuni din ce în ce mai mici.

Cu ajutorul unui sincrotron cu un diametru de 3 m, profesorul american C. A. Prütt a descoperit mijlocul să poată vedea direct lumina albastră emisă de radiațiile electronice. Urmărind traseul particulelor în accelerator, a reușit să reducă numărul de electroni pînă a izbutit să plaseze un singur electron în cîmp [33]. De la incertitudinea existenței reale a electronului individual a Școlii de la Copenhaga pînă la observarea cu ochiul liber a radiației prin lumina emisă de aceasta cu ajutorul acceleratorului de particule este o epocă întreagă concentrată în trei decenii de discuții și verificări.

Inventarea unor aparate atît de rafinate ca maserii și laserii au deschis mari posibilități atît pentru cercetarea științifică și tehnică, cît și pentru utilizarea lor în industrie, medicină și alte sectoare. Radiația coerentă a laserului ridică noi aspecte de structură fotonică, care ne vor permite să intrăm mai profund în microstructura cosmică. Importanța utilizării în știință și tehnică a laserilor poate fi exemplificată prin introducerea lor în tehnica rachetelor cosmice și tehnica cibernetică a calculatoarelor. Datorită laserilor s-a elaborat tehnica foto în relief, tridimensională. Holograma constituie deja o memorie optică de foarte mare capacitate, de ordinul milioanelor de unități înregistrate pe minut, capacitate care depășește cu mult, chiar în proporție fantastică, perfecționata memorie umană.

Experimentarea pătrunde adînc în microcosmos, ceea ce va permite cunoașterea cît mai apropiată a realității obiective din acest domeniu atît de necunoscut pînă acum, descoperirea legilor care dirijează fenomenele în microstructura materiei. Teoria particulelor elementare a permis în secolul al XX-lea descoperirea lor mai întîi teoretică și apoi evidențierea lor în laboratoare sau în natură. Un exemplu edificator îl constituie o particulă care a părut cea mai misterioasă, cea mai disputată mulți ani : particula elementară neutrino, a cărei prezență a fost dedusă teoretic de Wolfang Pauli în 1930 și de Fermi în 1931, ca rezultat al aplicării legilor conservării energiei și cantității de mișcare în reacțiile nucleare. După decenii de dispute științifice, misterioasa particulă, antineutrinul, a fost descoperită în 1956 de către Reines și Cawan în radiațiile cosmice, pentru ca în 1960 Lee și Young să descopere neutrinul în acceleratorul de la Brookhaven. De asemenea, în 1961 M. Schwartz și alți colaboratori descoperă antineutrinul în același accelerator gigantic de la Brookhaven. Aceste particule rezultă din interacțiunea dintre pioni și nucleoni, alături de miuoni. Prin simetrie cu neutrinul miuonic există antineutrinul miuonic, care prin interacțiuni cu nucleonii produc miuonii. Radiațiile cosmice în contact cu atmosfera — protoni care ciocnesc nuclee — produc pioni pozitivi și negativi, care la rîndul lor se transformă în alte particule, printre care neutrinii și antineutrinii electronici și miuonici. Cu ajutorul unor aparate de detecție special construite pentru neutrini, plasate în fundul unor mine adînci de aur din Africa de sud și India, s-au detectat neutrinii extratereștri. Dar lucrurile nu se opresc aici. Mii de

[31] „Nucleus“, vol. 9, nr. 4/1968, p. 236.
[32] „Sciences“ nr. 52/1967, p. 2.
[33] „Das Elektron“ nr. 14—15/1969, p. 239.

aparate se concep și se construiesc în multe centre științifice din lume în cursa pentru descoperirea acestor particule elementare atît de penetrante [34].

Ce arată această mare descoperire care a plecat de la deducții teoretice, de la aplicarea legilor din domeniul cuantic, la descoperirea în natură a neutrinului în radiațiile cosmice și producția lui în acceleratoarele din laboratoarele energiilor înalte ? Ceea ce a fost posibil teoretic în 1930 s-a verificat prin descoperirea în natură, în 1956, după 26 de ani, iar experimental s-a realizat după 32 de ani, în 1962, datorită reactoarelor nucleare și unor aparate specializate de detecție, cu toate că scintilațiile provocate de neutrino sînt slabe, totuși suficiente ca să fie multiplicate prin fotomultiplicatoare și numărate prin sisteme electronice.

Istoria acestei mari descoperiri are o mare importanță epistemologică, care confirmă, pe de o parte, capacitatea de cunoaștere a realității fizice din domeniul cuantic, marea complexitate a structurilor cuantice, iar pe de altă parte faptul că în știință, pe baza unor raționi teoretice, se pot prevedea realități nedescoperite încă în natură sau laboratoare. Aceasta arată importanța epistemologică a teoriilor științifice, posibilitatea de previziune științifică, care s-a dovedit realitate în secolul trecut în chimie datorită afirmării teoriei atomice, și în secolul prezent în fizică odată cu elaborarea teoriei cuantice. În astronomie, atît în secolul trecut, dar îndeosebi odată cu elaborarea teoriei relativității contemporane, s-au confirmat numeroase previziuni științifice.

Dar problema cunoașterii realității obiective nu interesează numai fizica și chimia, ci toate ramurile științei. Biologul francez Jaques Monod, care împreună cu alți doi biologi francezi au primit Premiul Nobel pentru că au descoperit rolul acidului ribonucleic (ARN) mesager în mecanismul genetic celular, declara în lecția inaugurală de la Collège de France : „De asemenea, dorim să cunoaștem viitorul și soarta celei mai puternice idei care a ieșit vreodată în evidență : aceea a cunoașterii obiective, definită ca neavînd alt izvor decît confruntarea între logică și experiență" [35]. În biologia moleculară, descoperirea acizilor nucleici a permis să se descopere numeroase mecanisme genetice, să se descifreze din ce în ce mai profund tainele vieții, structurile și funcțiile biomacromoleculelor care stau la baza fenomenelor de o foarte mare complexitate ale vieții. Bionica, știința mecanismelor cibernetice în fenomenele vieții, constituie de asemenea un exemplu strălucit de generalizare a celor mai moderne teorii, cum este în acest caz teoria informației și descoperirea structurilor neutronice purtătoare de informații biologice. Știința înaintează cu pași mari spre descoperirea tainelor vieții.

[34] F. Reines. *Astronomia neutrinilor*, în „Atomes" nr. 242/1967, p. 224—230.

[35] „Le Monde" din 30 noiembrie 1967.

Din păcate, unii dintre marii savanți ai lumii contemporane nu sesizează importanța epistemologică a marilor descoperiri din științele naturii și legătura acestora cu ansamblul activităților practice și spirituale.

Într-un interviu acordat în aprilie 1958, la Paris, ziarului „Le Monde", Robert Oppenheimer se arată sceptic cu privire la *o sinteză a spiritualității* epocii contemporane : „Încă pare complet imposibil, de exemplu, de a explica principiul fundamental al relativității, teoria cuantelor sau principiul parității, și n-am auzit niciodată cu privire la acest subiect o explicație care să poată reprezenta o îmbogățire a culturii". Este surprinzătoare această declarație. A considera că marile descoperiri din știință nu contribuie la îmbogățirea culturii umane echivalează cu subaprecierea influenței pe care o au marile descoperiri științifice asupra dezvoltării societății în ansamblu, a culturii și civilizației umane. Între dezvoltarea științei și a culturii există legături directe, și nu se poate pune pe seama întîmplării că Galileu și Newton au fost contemporani cu Leonardo da Vinci și Shakespeare, că Watt și Stephensohn au fost contemporani cu Bacon și Diderot, că Darwin a fost contemporan cu Hugo, că Planck și Einstein au trăit în aceeași epocă cu Maxim Gorki și Romain Rolland. Exemple ar putea fi numeroase în istoria civilizației.

Iată ce mai spune Oppenheimer : „Sîntem condamnați să trăim într-o lume în care fiecare chestiune pusă va deschide alta, și aceasta la infinit. Unul dintre caracterele îngrijorătoare ale cunoașterii este ireversibilitatea sa !" Nu este nicidecum o condamnare faptul că o problemă ridică o altă problemă și așa se va continua la infinit. Aceasta arată caracterul relativ al cunoașterii, strîns legată de nivelul descoperirilor și teoriilor din

știință, că perfecționarea este și va fi continuă, că mereu vor apărea alte fapte noi, care se nasc din cele vechi, care, la rîndul lor, după ce au creat fundamentul pentru alte teorii noi, vor deveni și ele vechi. Este un proces continuu, la infinit, specific procesului de evoluție în natură. Tocmai de aceea procesul cunoașterii este în același timp relativ și absolut. Absolut din punct de vedere istoric ; relativ pentru că este în continuă transformare, prefacere, evoluție. Fondul procesului de cunoaștere este : relativ-absolut-relativ.

CRIZA DIN FIZICĂ

La începutul secolului al XX-lea marile descoperiri din științele naturii au creat la frontiera dintre vechi și nou o criză în fizică care a dezlănțuit mari dezbateri publice, în care nu puțini fizicieni au căzut în idealism. În domeniul public a avut loc chiar cea mai mare dezbatere provocată vreodată de o teorie fizică, în care nu puține au fost încercările de a denatura sensul său științific și a abate concluziile pe tărîmul agnosticismului, al idealismului. A. Einstein a dus o luptă titanică împotriva acestor deformări.

Teoria cuantelor, noua teorie a luminii, teoria corpusculară ondulatoare a radiațiilor au zdruncinat bazele clasice ale fizicii și mecanicii. Fenomenele observate în fizica radiațiilor nu mai puteau fi explicate științific decît prin introducerea noțiunilor de „cuante" sau „granule" ; se revenea după secole, într-o formă mult superioară, la teoria corpusculară a luminii elaborată încă de Newton. Descoperirea primelor particule din domeniul subatomic, electronii, generalizarea caracterului atomic, cuantic, al radiațiilor de lumină și descoperirea fotonilor, generalizarea caracterului cuantic la toate radiațiile cerea o nouă explicație teoretică, matematică și fizică. Teoria punctului material din mecanica clasică a corpurilor nu mai era în măsură să dea o explicație științifică fenomenelor cuantice. Se dezlănțuie astfel cea mai mare criză din fizică. Teoria relativității și teoria cuantică devin obiectul unor studii și dezbateri științifice care au dus la elaborarea unor noi discipline științifice — mecanica și fizica cuantică. Legile din mecanica corpurilor nu mai puteau explica fenomenele din mecanica

relativistă și mecanica cuantică. Descoperirea noilor legi și teorii din domeniul cuantic și relativist au soluționat contradicțiile din fizica teoretică, au conturat granițele științifice dintre mecanica și fizica corpurilor și cea a particulelor, aplicabilitatea legităților din mecanica clasică la fizica corpurilor și cele din mecanica cuantică la fizica particulelor. În același timp, criza din fizică a dezlănțuit un val uriaș de discuții în domeniul filozofic și în toate științele naturii.

Teoria relativității restrînse și apoi cea generalizată aveau să demonstreze că realitățile obiective sînt independente de starea de mișcare a punctului de observare, de coordonatele măsurii, de poziția observatorului care studiază fenomenele din natură, generalizarea continuumului cvadridimensional spațio-temporal. A. Einstein arată că „...legile naturii concordă pentru toate sistemele inerțiale. Acest enunț îl numim «principiul relativității restrînse»" [36].

Legile fizicii, ca și toate legile din natură, trebuie să fie elaborate independent de starea de mișcare a observatorului și, în general, independent de observația care trebuie să examineze fenomenele și să le interpreteze așa cum se desfășoară ele în realitatea obiectivă, în continuumul cvadridimensional spațio-temporal.

Teoria modernă a relativității stabilește coordonatele de referință, ecuațiile de mișcare, condițiile obiective, științifice de analiză a fenomenelor din univers. Acest lucru a fost cu putință printr-o strălucită sinteză a ecuațiilor de transformare ale lui Lorentz și a ecuațiilor continuumului cvadridimensional spațio-temporal ale lui Minkowski, pe o nouă interpretare geometrică a spațiului datorită cercetărilor lui Gauss în teoria suprafețelor și noua metrică spațială a lui Riemann. Pe aceste baze a elaborat Einstein teoria curburii spațiilor metrice multidimensionale, pe care experiențele o vor confirma în mod strălucit.

Albert Einstein a descoperit că fenomenele electromagnetice și optice se produc independent de mișcarea de translație a Pămîntului, pe care se află cel ce face cercetările, plecînd de la faptul descoperit de Michelson

[36] A. Einstein. *Teoria relativității,* București, Editura tehnică, 1957, p. 34.

și Morley că viteza luminii în vid este constantă în raport cu orice sistem inerțial, bazat pe ecuațiile lui Maxwell și Lorentz, care sînt valabile atît pentru fenomenele electromagnetice, cît și pentru cele ale luminii, ceea ce dovedește că esența lucrurilor în aceste fenomene este aceeași, că ele sînt rezultatul unor particule în mișcare. Marile descoperiri ale epocii au favorizat teoria relativității einsteiniene, care reprezintă un strălucit succes în dezvoltarea cunoașterii, prin folosirea bazelor teoretice și experimentale ale științei. Aceasta arată cum se creează noi baze teoretice și experimentale în știință, care ne apropie mai mult de cunoașterea realității obiective.

Apariția teoriei relativității a răscolit toate curentele filozofice contemporane. Primele interpretări filozofice încercau să abată relativitatea spre agnosticism. Concepția de relativitate în fizică este în deplină concordanță cu concepția materialismului dialectic despre relativism. În lucrarea sa *Materialism și empiriocriticism*, apărută la doi ani după publicarea teoriei relativității restrînse, Lenin scria următoarele : „Dialectica materialistă a lui Marx și Engels conține, fără îndoială, relativismul, dar nu se reduce la acesta, adică recunoaște relativitatea tuturor cunoștințelor noastre nu în sensul negării adevărului obiectiv, ci în sensul că sînt istoricește condiționate limitele apropierii cunoștințelor noastre de acest adevăr“ [37]. După cum în fizică relativitatea coordonatelor nu poate schimba caracterul obiectiv al realității fizicii, tot așa relativitatea în cunoaștere nu poate schimba cu nimic realitatea obiectivă. Fizica și filozofia răspund în același mod cu privire la caracterul obiectiv al realității în natură, realitate care există independent de experimentator sau gînditor. Marea artă în știință este ca experimentatorul și gînditorul să descopere această realitate, s-o reflecte cît mai exact posibil în prezentarea lucrărilor lor științifice.

Reactualizarea teoriei corpusculare a luminii pe bazele moderne ale teoriei cuantice a deschis un cîmp vast de cercetări științifice, a pus bazele interpretării obiective a radiațiilor, a avut consecințe de necalculat pentru cu-

[37] V. I. Lenin. *Opere complete*, vol, 18, București, Editura politică, 1963, p. 136—137.

noașterea legilor naturii, a universului, aplicații practice de cea mai mare importanță. Generalizarea teoriei corpusculare și ondulatorii a luminii, la toate radiațiile, de către Louis de Broglie a însemnat un nou mare salt înainte în cunoaștere.

Acum, cînd utilizăm în mod curent aparate ca laserii, care ne permit să obținem *lumina sintetică*, datorită excitației artificiale a nivelurilor energetice ale atomilor, ale straturilor sale de electroni, putem constata, numai și din aceasta, ce importanță mare a avut elaborarea noii teorii, care a reflectat realitatea obiectivă, permițînd astfel nu numai cunoașterea, dar și stăpînirea ei, punerea ei în slujba satisfacerii materiale a unor numeroase nevoi umane.

O mare importanță pentru știință, pentru cunoaștere în general a avut-o și descoperirea legii echivalenței dintre masă și energie. Esența lor comună este materialitatea. Energia este rezultatul mișcării particulelor materiale, care au o masă bine definită. Masa corpului în repaus este echivalentă cu potențialul său energetic. Ele sînt echivalente pentru starea de repaus, fiindcă corpurile, pentru organizarea atomică și moleculară a materiei, cîmpurile, pentru forma de organizare a materiei în radiații, așa-numitele particule elementare, sînt și nu sînt în aceleași timp aceleași ; ele radiază energie și, odată cu aceasta, pierd din masa lor, o *pierdere minusculă dintr-o minusculă particulă*. Legea echivalenței între masă și energie este valabilă și pentru starea de mișcare, și aceasta stă la baza legii conservării masei și a energiei, legea generală a conservării materiei. Dealtfel, A. Einstein arată că „masa unui corp nu este constantă, ea variază odată cu energia lui“ [38]. Această lege deosebit de importantă arată că masa și energia, materia și mișcarea sînt echivalente, sînt dependente una de alta, o schimbare de masă, de materie, atrage după sine automat și o schimbare de energie, de mișcare. Starea de repaus a cîmpurilor este relativă, starea de mișcare este absolută. Mișcarea, corolarul nemijlocit al materiei, caracterizează orice eveniment, orice existență din natură, ceea ce este valabil și pentru societate. Acesta este unul din principiile de bază

[38] A. Einstein. *Teoria relativității*, București, Editura tehnică, 1957, p. 59.

ale dialecticii, care nu concepe materia fără mișcare sau mișcarea fără materie, adevăr absolut al realității obiective.

Dar din vastele concluzii ale teoriilor relativității, A. Einstein trage și unele concluzii interpretabile. Acestea apar cînd el trece de la teoria relativității generale la teoria relativității cîmpului. În teoria sa cosmologică, Einstein consideră un „univers finit" un „univers în expansiune" și tratează despre „vîrsta universului". El arată că „teoria relativității generale poate fi concepută numai ca o teorie de cîmp. Ea nu ar fi putut fi dezvoltată dacă ne-am fi menținut la punctul de vedere că lumea reală e formată din puncte materiale care se mișcă sub influența faptelor care se exercită între ele" [39]. Tocmai faptul existenței simultane a cîmpurilor și a particulelor materiale, unitatea contrariilor continuu-discontinuu stă la baza oricăror fenomene în univers. Doar el a pus bazele moderne ale teoriei cuantice a luminii și apoi aceasta a fost extinsă la toate radiațiile. Aceste puncte materiale, particule, infinitul mic, formează marile cîmpuri ale infinitului mare.

Galaxia noastră, universul nostru, sistemul nostru solar, planeta noastră pot avea vîrstă ; dacă aceasta se referă la cazul particular al formei existenței lor de azi, dacă ne referim la esența existenței lor, aceasta, ca și existența infinită, este fără vîrstă. Finitul se regăsește în infinit, iar infinitul în finit datorită inexistenței unor limite spațiale în direcția atît a marelui infinit, cît și a micului infinit. În acest sens trebuie înțeles că *finitul se regăsește în infinit și infinitul în finit.*

Legea unității contrariilor — în acest caz infinitul mic, particulele materiale și infinitul mare, universurile — stă la baza oricăror existențe.

Dealtfel, faptul că natura este infinită se poate conclude chiar din ecuațiile care au stat la baza descoperirii legii echivalenței masei și energiei.

Din ultima ecuație care a stat la baza acestei descoperiri $E = \frac{m}{\sqrt{1-q^2}}$, Einstein conclude că „$E$ tinde către infinit, pe cînd q tinde către viteza 1, a luminii" [40]. Tendința către viteza luminii este un fenomen generalizat în univers și dovedit prin cele mai recente observări. Stelele care se dezagregă, corpurile care se descompun în radiații, aștrii care devin incandescenți, cvasarii care tind spre viteza luminii, toate acestea arată caracterul reversibil al structurii materiei, de la formele sale cele mai simple, particulele, la formele complexe ale sistemelor astrale. Aceasta arată, dacă ne întoarcem la relația lui Einstein, că tendința generalizată către viteza luminii există în univers, că universul sau universurile au o existență infinită în spațiu și timp, că materia în mișcare există într-o infinitate de structuri și funcții.

Tocmai aceste probleme cosmologice și unele manifestări de fideism au fost cel mai mult vînturate de corifeii idealismului. Vîrsta universului (universul s-a născut), universul finit la infinit, expansiunea universului au stat la baza teoriilor fideiste ale matematicianului și filozofului catolic Lemaître. Undeva se nasc puncte materiale, declară Lemaître, ceea ce e contrar oricăror interpretări științifice ale fenomenelor din univers. Materia, fie că este vorba de particule sau de corpuri, aștri sau sisteme astrale, universuri finite sau universul infinit, a existat dintotdeauna, nu s-a născut niciodată, eternitatea sa este absolută, ca și spațialitatea sa. Materia, universul sînt în continuă transformare, în evoluții reversibile, de la inferior la superior, de la simplu la complex, după care urmează procesul reversibil, uneori exploziv, al descompunerii complexului în simplu, într-o multitudine de forme, toate avînd la bază legea conservării materiei și mișcării, masei și energiei.

Interpretînd inexistența granițelor în natură, caracterul lor relativ și mobil, ceea ce face să se imprime aceleași caractere și cunoașterii, Lenin scrie : „Distructibilitatea atomului, inepuizabilitatea lui, variabilitatea tuturor formelor materiei și a mișcării ei au fost totdeauna reazemul materialismului dialectic. În natură, toate granițele sînt relative, convenționale, mobile, ele exprimînd apropierea minții noastre de cunoașterea materiei ; acest fapt nu dovedește însă nicidecum că însăși natura, materia, n-ar fi decît un simbol, un semn convențional, adică un produs al minții noastre" [41].

[39] *Op. cit.*, p. 162.
[40] *Op. cit.*, p. 58 și 59.
[41] V. I. Lenin. *Materialism și empiriocriticism*, București, Editura P.M.R., 1948, p. 333.

În sfîrșit, pentru faptul nu mai puțin important al complexității micro și macrocosmosului se cere o tehnică de experimentare din ce în ce mai complicată, elaborarea unor teorii fundamentate pe această realitate obiectivă, de o diversitate fără margini. Cunoașterea este rodul gîndirii umane, iar gîndirea este rezultatul activității creierului, al *materiei cenușii*, care urmează legile dialectice ale dezvoltării continue, de la simplu la complex. Creierul, această gigantică mașină cibernetică, întrunește într-un spațiu restrîns cele mai complexe forme ale mișcării, interacțiuni care leagă între ele, nu în formă mecanică, ci în toate formele fizice, chimice, biologice, cibernetice interacțiunile dintre particulele elementare, atomi, molecule, macromolecule, structuri biologice, a căror activitate de ansamblu, de o complexitate neîntîlnită în alte spații, are drept rezultat, în forme mai mult sau mai puțin perfecționate, gîndirea, memoria, instinctul și toate simțurile. O structură atît de complexă nu va cunoaște niciodată limite în perfecționarea sa. Perfecționarea este tot atît de dialectică ca și cunoașterea. Cînd va înceta perfecționarea, va înceta și cunoașterea. Legătura este indisolubilă. Mileniile de civilizație umană stau mărturie.

Capitolul al IV-lea

DE LA FIZICA INCERTITUDINILOR LA FILOZOFIA COMPLEMENTARISTĂ

Într-o lucrare intitulată *Fizica atomică și cunoașterea umană*, publicată în 1961, Niels Bohr grupează un număr de opt articole publicate în perioadele 1932—1938, 1946 și 1954—1959, articole în care prezintă noua sa concepție filozofică, luînd drept bază teoria complementarității. În introducerea scrisă cu ocazia republicării acestor articole, N. Bohr scoate în evidență importanța descoperirilor din fizică pentru filozofie. Fără îndoială, aceasta are o mare importanță, dar tot atît de adevărat este faptul că filozofia a influențat elaborarea unor noi teorii în fizică, a determinat apariția unor curente noi în științele naturii.

Noile cuceriri ale științei, cum a fost descoperirea epocală a teoriei cuantice în fizică, au avut o mare influență și în alte științe, ca chimia, biologia, și, în fond, această teorie se încadrează în principiul general dialectic al transformărilor de natură cantitativă, care aduc schimbările calitative corespunzătoare, tot atît de valabile pentru științele sociale ca și pentru științele naturii. Aproape două milenii, de la Epicur și Democrit pînă la descoperirea spectrografiei, fizica microstructurii materiei s-a bazat numai pe ipoteze, pe enunțări teoretice, fără verificări experimentale. Aceasta este expresia dimensiunii geniului uman.

Microfizica experimentală s-a dezvoltat îndeosebi din a doua jumătate a secolului al XIX-lea și abia în ultimele două decenii s-a realizat o tehnică experimentală în măsură să se observe direct microfenomenele și microstructura materiei. Marile descoperiri cu care s-a trecut pragul secolului al XX-lea au declanșat criza în fizică.

Aceasta se datora faptului că toate descoperirile teoretice făcute de-a lungul secolelor în microfizică trebuiau să treacă acum examenul unor concepții noi, care rezultau din practica experimentării și observării adînci în microstructură și a calculului matematic. În aceste condiții a fost elaborată în 1900 teoria cuantelor a lui Planck și în 1905 noua teorie a luminii a lui Einstein, care era o sinteză a teoriei corpusculare a lui Newton și a teoriei ondulatorii a lui Huyghens și Fresnel, dezvoltarea pe o treaptă nouă a teoriei electromagnetice a luminii, elaborată de Maxwell și Lorentz ; în 1923—1924 Louis de Broglie generalizează teoria corpuscular-ondulatoare a luminii la toate particulele, la radiațiile care se propagă în stare liberă. Studierea fenomenelor din structura atomilor, a proceselor subatomice, a modelelor atomice în lumina teoriei cuantice și relativiste a microstructurii materiei a constituit o strălucită confirmare a noilor concepții în fizică. Această confirmare nu s-a făcut însă fără dezbateri aprinse, nu numai între ceea ce era vechi și ceea ce era nou, ci și în interpretarea noului în fizică adus de cele două mari teorii, cuantică și relativistă.

Discuțiile din jurul teoriei cuantice au împărțit pe fizicieni în două tabere : cei ce susțineau că fenomenele fizice sînt guvernate de legi obiective, existența fenomenelor fiind independentă de observator și guvernată de legile cauzalității și ale determinismului, iar de cealaltă parte, cei care considerau că nu pot cunoaște în mod obiectiv microfenomenele și care puneau la baza teoriei cuantice *probabilismul* lui Born, *incertitudinea* lui Heisenberg și *complementaritatea* lui Bohr. Aceștia din urmă s-au ridicat împotriva părerilor exprimate de fondatorul teoriei cuantice, M. Planck, al teoriei relativității, A. Einstein, împotriva celor care au pus bazele mecanicii ondulatoare, L. de Broglie și E. Schrödinger.

Poziția luată după dezbaterile din octombrie 1927 la Consiliul de fizică Solvay este astfel prezentată în introducerea lucrării lui Bohr : „Schimbul de opinii condusese deci să se pună în evidență aspecte noi ale problemei observării, provenind din faptul că interacțiunea dintre obiectele atomice și instrumentele de măsură este o parte inseparabilă a fenomenelor cuantice. De aceea informațiile obținute în condiții experimentale diferite nu pot fi grupate de o manieră obișnuită, și necesitatea de a ține seama de condițiile sub care aceste informații au fost

obținute conduce imediat la forma de descriere complementară“ [1].

Interacțiunea dintre microfenomene, dintre particulele din microstructura materiei și aparatele de măsurat, nu poate fi decît de natură cuantică, fiindcă contactul dintre lentilele aparatelor din spectrografie și radiații se face, în cazul luminii, de cuantele de lumină, de fotoni. Erorile de măsurat se vor determina tot în cuante, dar aceasta n-are nimic comun cu incertitudinea măsurării sau complementaritatea observării.

În articolul publicat sub titlul *Lumina și viața*, reprezentînd o conferință ținută la ședința de deschidere a celui de-al doilea Congres internațional de fototerapie la Copenhaga, în august 1932, N. Bohr conclude că descoperirile din teoria atomică „ne-au dat proba neașteptată a limitării esențiale în descrierea mecanică a naturii“ [2].

Plecînd de la faptul că o descriere cauzală a fenomenelor cuantice nu e posibilă, Bohr trage următoarea concluzie : „Tot așa cum conceptul relativității exprimă că orice fenomen fizic depinde esențialmente de sistemul de referință care servește la încadrarea în spațiu și timp, la fel conceptul complementarității este un simbol al limitării, fundamental în fizica atomică, a reprezentării noastre obișnuite a fenomenelor independente de mijloacele de reprezentare“ [3]. Aceste concluzii de agnosticism, de limitare în cunoașterea și descrierea reală a naturii, constituie fondul teoriei complementarității, pe care N. Bohr nu o generalizează numai în fizică, ci și în teoria cunoașterii, în filozofie. În articolele publicate încearcă să arate că această teorie stă la baza biologiei, a vieții, a culturilor umane, inclusiv celor cu caracter istoric.

Conceptul relativității, așa cum a fost elaborat de Einstein, spune cu totul altceva decît ceea ce arată Bohr pentru uzul comparației sale cu complementaritatea, cu scopul de a ne sustrage de la fondul concepției sale greșite. Una din legile teoriei relativității se bazează pe faptul că evenimentele sînt independente de sistemele de referință și observator. Încadrarea în spațiu și timp a fenomenelor fizice se face independent de poziția ob-

[1] N. Bohr. *Physique atomique et connaissance humaine*, Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1961, p. 6.
[2] *Op. cit.*, p. 7.
[3] *Op. cit.*, p. 11.

servatorului, a sistemului de referință. Aceasta este o lege fundamentală în teoria relativității.

Într-un articol scris în 1952, cu ocazia apariției unui volum omagial dedicat lui L. de Broglie și intitulat *Observații preliminare asupra conceptelor fundamentale*, Albert Einstein arată încă o dată dezacordul său cu interpretarea care a fost dată teoriei cuantice, interpretare ce nu este compatibilă cu experiența : „Însă ceea ce găsesc nesatisfăcător în teorie se situează, dealtfel, în interpretarea care se dă «funcției ψ». În orice caz, aceasta este la originea concepției mele despre teza care este respinsă categoric de cei mai mari teoreticieni actuali. Există ceva ca «stare reală» a unui sistem fizic, care există în mod obiectiv, independent de orice observare sau măsură, și care poate în principiu să fie descrisă prin mijloacele de expresie ale fizicii" [4]. Independent de mijloacele de a reprezenta *starea reală*, particulele materiale și cîmpurile, sistemele atomice și moleculare, corpurile, există în natură, ca o realitate fizică, obiectivă. Albert Einstein consideră realitatea fizică independentă de existența observatorului. Einstein încheie : „...Nu roșesc de a pune conceptul «stării reale a sistemului» în centrul chiar al meditației mele" [5].

ÎNCERCĂRI DE GENERALIZARE A COMPLEMENTARITĂȚII

Trecînd de la fizică la biologie, N. Bohr consideră că în cercetările biologice nu e posibil să se controleze, ca în fizică, efectul condițiilor exterioare asupra atomilor. Cercetările cele mai recente din biologia moleculară în domeniile acizilor nucleici dezmint din nou această teză de agnosticism. Afirmînd în mod just că nu se pot aplica mecanic conceptele din fizică la fenomenele de viață, trage însă o concluzie de fideism : „În acest sens, rolul argumentelor teologice în biologie reamintește pe acela al raționamentului care, bazîndu-se pe principiul corespondenței, are drept țintă de a introduce în mod rațional

[4] L. de Broglie. *Physicien et penseur*, Paris, volum omagial, Ed. Albin Michel, 1953, p. 7.
[5] *Op. cit.*, p. 7.

cuanta de acțiune în fizica atomică" [6]. Acesta este considerat un raport de complementaritate, adică „de excludere mutuală între subdiviziunile necesare oricărei analize fizice și cîteva fenomene caracteristice biologiei, ca autoconservarea și reproducerea indivizilor" [7]. Conceptul cuantic al materiei, structurile cuantice, particulele, atomii, moleculele, macromoleculele, biomoleculele gigant au stat la baza unor noi discipline științifice în chimia cuantică, biologia moleculară, care au pus în evidență noi stări naturale, îndeosebi acelea care formează baza vieții.

N. Bohr revine în susținerea tezelor sale în 1937, într-o conferință la Congresul internațional de fizică și biologie ținut în memoria lui Luigi Galvani la Bologna. Bohr afirmă în mod just că dilema înțelegerii „legilor proprii biologice" constă în „examinarea diferenței esențiale între condițiile de observare în fizică și biologie", fiindcă studiul atomilor individuali nu ar permite menținerea organismului în viață și, „mai mult, schimbul neîncetat de materie inseparabil legată de viață implică imposibilitatea de a considera organismul ca un sistem bine definit de particule materiale, așa cum se consideră pentru a da seama de proprietățile fizice și chimice ordinare ale materiei" [8]. Dar toate aceste fenomene din relativitatea obiectivă n-au nimic cu „legile de natură complementară", fiindcă sînt două stări diferite ale materiei. N. Bohr afirmă că în biologie, ca și în fizică și chimie, complementaritatea poate evita contradicțiile care apar la trecerea materiei de la o stare structurală la alta. Această minune o face Bohr și în psihologie : „În consecință, din imposibilitatea, în analiza psihologică, de a face deosebirea netă între fenomenele înseși și perceperea lor conștientă, se cere doar să se renunțe la orice descriere cauzală după modelul fizicii clasice ; și chiar folosirea care se face de cuvinte ca «gîndiri» și «sentimente» pentru a descrie orice experiență psihică reamintește de o manieră foarte sugestivă relațiile de complementaritate din fizica atomică" [9]. Descrierea cauzală a fizicii clasice, a fizicii corpurilor nu poate fi valabilă în fizica atomică sau în

[6] N. Bohr. *Op. cit.*, p. 14.
[7] *Ibidem.*
[8] *Op. cit.*, p. 24.
[9] *Op. cit.*, p. 24—25.

biologia moleculară. Cauzalitatea este universală ca fenomen, dar ea este specifică fiecărui nivel de structură a materiei.

Un an mai tîrziu, în 1938, N. Bohr, într-o cuvîntare ținută la Congresul internațional de antropologie și etnografie, la Copenhaga, intitulată *Problema cunoașterii în fizică și culturile umane,* susține din nou *universalitatea* teoriei complementarității. N. Bohr a prezentat astfel principiile sale cu privire la cunoașterea în fizică : „Elucidarea paradoxurilor fizicii atomice a relevat faptul că interacțiunea inevitabilă între obiecte și aparatele de măsură fixează o limită absolută a posibilităților noastre de a vorbi de o comportare a obiectelor atomice care să fie independentă de mijloacele de observare“ [10]. Interacțiunea între obiecte și aparatele de observare și măsură există, dar aceasta nu poate exclude posibilitatea de a ne apropia de o cunoaștere cît mai verosimilă, uneori chiar exactă, a unor aspecte ale realității obiective. Traseele particulelor fotografiate în camerele Wilson sînt, desigur, exacte. Erorile în spectrometria modernă sînt infime. Agnosticismul profesat de fizicienii pozitiviști ai filozofiei complementariste nu a adus servicii progresului în știință, din contra.

În aceeași expunere, Niels Bohr atacă și principiul cauzalității, „care s-a relevat drept cadru prea strîmt pentru a îmbrățișa legile atît de particulare care acționează în procesele atomice individuale“ [11]. Fizica cuantică nu contravine principiului general al cauzalității, dar aceste principii din fizica clasică nu pot fi aplicate mecanic în cea cuantică. Cauzalitatea este determinată de mișcare, iar formele de manifestare ale acesteia sînt diferite în fizica particulelor elementare decît în fizica atomică, după cum acestea sînt diferite de acelea din fizica moleculară ș.a.m.d. Pentru fizicienii pozitiviști dispare cauzalitatea în fizica cuantică, la fel cum pentru unii fizicieni de la sfîrșitul secolului al XIX-lea a început să dispară materia. Tot așa cum materia și mișcarea nu pot dispărea, tot așa nu poate dispărea cauzalitatea și determinismul. Formele de manifestare ale cau-

[10] N. Bohr. *Physique atomique et connaissance humaine,* Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1961, p. 29.
[11] *Op. cit.,* p. 28.

zalității sînt tot atît de inepuizabile ca și cele ale materiei în mișcare.

Dacă în fizică, teoria complementarității a avut un oarecare ecou, deși se bazează pe interpretarea eronată a relației matematice greșit numită de incertitudine, în celelalte ramuri ale științei aceasta n-a avut nici un ecou.

În numeroase împrejurări ocazionale, A. Einstein a exprimat cu hotărîre concepțiile sale cu privire la posibilitatea de a cunoaște și de a reflecta pe baza teoriei realitățile fizice. În discursul pronunțat cu ocazia celei de-a șaizecea aniversări de la nașterea lui Max Planck, el sublinia din nou cu privire la interpretarea probabilistă în teoria cuantică : „Cred încă în posibilitatea unui model al realității, adică a unei teorii care reprezintă lucrurile înseși, și nu numai probabilitatea apariției lor“ [12]. Iar într-un discurs publicat în 1930, la trei sute de ani de la moartea lui Kepler : „Credința într-o lume exterioară independentă de subiectul care o percepe se găsește la baza oricărei științe a naturii. Cum, în același timp, percepțiile nu dau decît informări indirecte asupra lumii exterioare sau asupra «realității fizice», aceasta din urmă nu poate fi sesizată de noi decît pe căi speculative. Rezultă din aceasta că concepțiile noastre asupra realității fizice nu pot fi niciodată definitive. Noi ar trebui întotdeauna să fim gata să modificăm aceste concepții, adică fundamentul axiomatic al fizicii, dar nu vrem să fim de acord, de o manieră atît de perfectă, cît este posibil, cu faptele perceptibile. O privire asupra fizicii ne arată, de fapt, că acest fundament axiomatic a suferit, în cursul timpului, schimbări profunde“ [13]. În toate comunicările sale științifice și ocazionale, marele savant a combătut probabilismul în fizică și filozofie și a exprimat părerea sa cu privire la posibilitățile de reprezentare a lumii exterioare, în teorii elaborate pe baza experimentării și a observării, sau pe baza rațiunii teoretice rezultate din acestea, sau verificate de ele.

Indeterminismul și agnosticismul au fost combătute de numeroși fizicieni și filozofi din epoca noastră. Combaterea pozițiilor nedeterministe în fizică și pozitiviste în filozofie s-a făcut cu mare dificultate din cauza pres-

[12] A. Einstein. *Comment je vois le monde,* Paris, Ed. Flammarion, 1958, p. 154.
[13] *Op. cit.,* p. 193—194.

tigiului datorat, pe bună dreptate, unor mari descoperiri în fizica cuantică, așa cum a fost modelul cuantic al atomului al lui Bohr, teoria cuantică a electronului descoperită de Dirac, introducerea matricelor în mecanica cuantică de către Heisenberg, introducerea de Born a calculului probabilității în mecanica cuantică, principiul exclusivității descoperit de Pauli și s-ar putea continua această listă. Adeziunea temporară a lui Broglie a avut efect în creșterea influenței probabilismului printre fizicieni. Numele celor care se opuneau de pe pozițiile determinismului științific acestor teorii pozitiviste nu erau mai puțin răsunătoare, fiind vorba de Albert Einstein, Max Planck, E. Schrödinger, Paul Langevin, Vavilov, Max von Laue, D. Blohințev, I. Terleţki. Revenirea atît de fermă a lui Louis de Broglie după 1951, contribuțiile de înaltă valoare teoretică ale lui D. Bohm și J.-P. Vigier, a oamenilor de știință americani R. Feynman și Wiener, marile descoperiri din domeniul particulelor elementare au schimbat cursul nedeterminist din fizica cuantică.

PROBLEME GNOSEOLOGICE ÎN FIZICA CUANTICĂ

În jurul teoriei complementarității și a interpretării sale filozofice au fost numeroase discuții și între fizicienii sovietici. D. Blohințev și I. Terleţki au susținut orientarea în mecanica cuantică a lui Broglie, Bohm și Vigier, în timp ce V. Fock s-a declarat, cu unele rezerve, adeptul Școlii de la Copenhaga.

În *Bazele mecanicii clasice*, D. Blohințev, profesor la Universitatea „Lomonosov" din Moscova, expune pe larg principiile teoriei legate de mecanica cuantică, bazele sale matematice, teoretice și experimentale.

În capitolul din partea finală a lucrării *Cîteva probleme gnoseologice*, D. Blohințev supune unui examen critic principiile Școlii de la Copenhaga, care a contribuit la dezvoltarea concepțiilor subiectiviste în mecanica cuantică și consideră că două au fost consecințele mai importante ale promovării în fizică a principiului de complementaritate : „În primul rînd Bohr — iar într-o măsură și mai mare cei care-l urmează — dezvoltă acest principiu

într-o concepție filozofică specială de complementaritate, care se caracterizează prin negarea cauzalității și obiectivității fenomenelor... În al doilea rînd, aplicarea principiului considerat duce în fizică la o interpretare subiectivă a funcției de undă și a noțiunii de stare în mecanica cuantică. Funcția de undă este privită nu ca o caracteristică obiectivă a ansamblului cuantic, ci ca o expresie a informațiilor observatorului căpătate în urma măsurărilor. Realitatea unei stări oarecare a microsistemelor devine într-o astfel de interpretare identică cu informațiile observatorului asupra microsistemului, adică se transformă dintr-o categorie obiectivă în una subiectivă. La analiza acestor concepții trebuie să avem în vedere că Școala de la Copenhaga pleacă de la poziții pozitiviste, neagă de la început existența obiectivă a materiei, limitîndu-se la ordonarea rezultatelor de observație. Fizica clasică, cît și cea cuantică nu sînt imagini ale lumii obiective, ci reprezintă niște construcții matematice" [14]. D. Blohințev expune în continuare bazele materialiste ale interpretării deterministe în mecanica cuantică.

Deosebit de important este și faptul subliniat de D. Blohințev, și anume că relația care exprimă condiția de normare în mecanica cuantică arată că particula există, în spațiu și timp, independent de observator, ceea ce înseamnă că în orice moment particula poate fi localizată într-unul din punctele spațiului.

Nu aceleași păreri are V. Fock, profesor la Universitatea din Leningrad, care se declară adeptul teoriei complementarității, deși interpretarea sa este oarecum diferită de cea a lui Bohr. În baza discuțiilor pe care Fock le-a avut cu Bohr, el consideră că poziția fizicianului danez „este în realitate mult mai apropiată de cea materialistă decît s-ar părea din citirea lucrărilor sale asupra problemelor principale ale mecanicii cuantice" [15]. Faptul că N. Bohr a publicat cîțiva ani mai tîrziu, după aceste discuții, o culegere de articole însoțită de o prefață datată octombrie 1960 denotă că Bohr n-a renunțat la

[14] D. I. Blohințev. *Bazele mecanicii cuantice*, București, Editura tehnică, 1954, p. 498.

[15] V. Fock. *Despre interpretarea mecanicii cuantice*, în vol. *Dialectica cuantică și științele moderne*, București, Editura politică, 1960, p. 97.

nici una din pozițiile sale anterior exprimate. În introducere scrie apoi că terminologia a fost mai bine adaptată la fizica cuantică și este aceea care s-a arătat în acest capitol.

De aceea, afirmația lui V. Fock în articolul citat și publicat în 1959 că „un motiv de confuzie este și terminologia utilizată de Bohr" a fost valabilă pînă în 1961, cînd Bohr a publicat colecția sa de articole în cartea *Fizica atomică și cunoașterea umană*. În fond, V. Fock arată în articolul citat că este adeptul probabilismului lui Max Born în mecanica cuantică și a complementarității lui Niels Bohr și combate principiile deterministe ale mecanicii cuantice elaborate de Broglie, Bohr și Vigier. V. Fock scrie : „Interpretarea ideilor lui Bohr în spiritul pozitivismului datorită unora dintre adepții săi a provocat în mod natural o reacție care, în numele materialismului, neagă ideile noi (L. de Broglie, Bohr, Vigier etc.). Principalul motiv care îi obligă pe oamenii de știință citați să ocupe poziția nerecunoașterii interpretării probabiliste a mecanicii cuantice este convingerea greșită că interpretarea probabilistă ar însemna renunțarea la obiectivitatea microcosmosului și a legilor lui, adică renunțarea la teza fundamentală a materialismului. De aceea ei numesc punctul lor de vedere determinism" [16]. V. Fock încearcă în acest articol să prezinte drept materialism dialectic interpretarea probabilistă a mecanicii cuantice, interpretarea nedeterministă a relațiilor lui Heisenberg și agnosticismul filozofiei complementarității lui Bohr.

Răspunsul la această poziție nu întîrzie să vină chiar din Uniunea Sovietică. I. Terleţki arăta la Consfătuirea unională asupra problemelor filozofice ale științelor naturii : „Contrar părerii academicianului V. A. Fock, consider progresistă și deosebit de actuală în prezent dezvoltarea orientărilor științifice care dau mecanicii o altă interpretare decît cea de la Copenhaga" [17]. I. Terleţki dezvoltă în acest articol orientările noi în mecanica cuantică. După discuția pornită în 1948 în Uniunea Sovietică asupra fundamentelor teoriei cuantice, Terleţki consideră

[16] *Op. cit.*, p. 98.

[17] I. P. Terleţki. *Interpretarea neliniară a teoriei cuantice*, în vol. *Dialectica marxistă și științele moderne*, București, Editura politică, 1960, p. 118.

ca cea mai interesantă interpretarea deterministă a lui Broglie, Bohr, Vigier, Lochok, Ferre, Rosen, Finkelstein, Selevier, Rudermann și alții, autori care au încercat „a construi o teorie neliniară a cîmpului, în care particula cuantică să apară ca o regiune de excitare deosebit de intensă și stabilă a cîmpului, care se mișcă, în condițiile descrierii statistice, după legile teoriei cuantice" [18]. După ce examinează această teorie, precum și dificultățile care le mai întîmpină, deoarece nu este închegată matematic, adîncită teoretic și experimental, I. Terleţki conclude : „La baza teoriei neliniare stă ideea unui cîmp subcuantic neliniar, care există independent de conștiința noastră sau de procedeele de măsurare. Întreaga schemă probabilistă a mecanicii cuantice nu este negată în această teorie, ci conținută ca un caz particular limitat, deci ea nu poate fi absolutizată în spiritul principiului complementarității. Așadar, pe plan filozofic general, această teorie nu depășește cadrul ideii unei lumi care există obiectiv, în același sens ca pietrele și copacii, indiferent dacă le observăm sau nu. Acesta este, după concepția noastră, avantajul colosal. Interpretarea de la Copenhaga însă, promovată consecvent, presupune — așa cum reiese din atitudinea apărătorilor ei activi — renunțarea sau modificarea acestei teze a «analogiei materialismului»" [19].

Sînt fizicieni, așa cum este V. Fock în Uniunea Sovietică și L. Rosenfeld în Anglia, care s-au străduit să scuture teoria complementarității de unele principii, evident, nerationale. V. Fock afirma după discuția cu N. Bohr că acesta este gata „să renunțe la utilizarea termenului de interacțiune necontrolabilă" [20], iar L. Rosenfeld consideră că „Bohr este un prea subtil dialectician pentru a cădea în inconsecvența lui Heisenberg" [21]. Aceste încercări au fost zadarnice, deoarece adepții teoriilor nedeterministe n-au cedat din pozițiile lor, în pofida faptului că noile generații de fizicieni, care au cunoscut epoca marilor descoperiri în domeniul particulelor elementare și au lucrat cu aparatura modernă de cercetare

[18] *Op. cit.*, p. 121.

[19] *Op. cit.*, p. 125—126.

[20] V. Fock, *op. cit.*, p. 98.

[21] L. Rosenfeld. *Evidența complementarității*, publicat în volumul omagial *Louis de Broglie*, Paris, Ed. Albin Michel, 1953, p. 63.

a microfenomenelor și a microstructurii materiei, nu pot fi atrași pe căile teoretice care duc la sterilitate în microfizica experimentală.

REVENIREA FIZICII CUANTICE PE POZIȚIILE DETERMINISMULUI ȘTIINȚIFIC

Cartea omagială tipărită în 1952 cu ocazia împlinirii a 60 de ani de către L. de Broglie, care cuprinde numeroase articole cu privire la mecanica ondulatoare, scrise de o serie de fizicieni, filozofi și scriitori, a dat prilejul unei noi confruntări a celor două curente în teoria cuantică. Dar forța de altădată a nedeterminiștilor este în scădere. Revenirea atît de energică chiar a sărbătoritului pe pozițiile sale inițiale, deterministe, apariția unor noi lucrări în domeniul teoriei cuantice neliniare fac ca balanța disputei să încline de data aceasta spre fizicienii care consideră că teoria cuantică poate fi construită pe bazele solide ale determinismului fizic.

Albert Einstein deschide seria articolelor. El arată că a fost un admirator al lucrărilor lui L. de Broglie din anii 1920 cu privire la teoria ondulatoare a cuantelor. După ce arată că nu consideră satisfăcătoare interpretarea actuală din mecanica cuantică a „funcțiunii", Einstein enunță principiul „stării reale" a unui sistem fizic: „*Starea reală* a unui sistem fizic există obiectiv, independent de orice observație sau măsură și poate, în principiu, să fie descrisă prin mijloacele de fizică" [22]. A. Einstein declară că această teză este pentru el un *program*, ceea ce arată că după două decenii de discuții marele savant rămîne pe pozițiile existenței obiective a microobiectelor din fizica energiilor înalte și, recunoscînd programatic existența obiectivă a stărilor reale independent de observator și măsură, se identifică în filozofie cu principiile de bază ale materialismului dialectic. A. Einstein cere probabiliștilor să părăsească baza interpretării lor pozitiviste în mecanica cuantică, fapt care — departe de a fi un sacrificiu — ar fi fost un act științific pur și simplu. Aceasta înseamnă a înlocui forța care acționează,

[22] A. Einstein. *Remarques préliminaires sur les concepts fondaméntaux* (Louis de Broglie), Paris, Ed. Albin Michel, 1953, p. 7.

energia potențială, cu o structură atomică de felul electronului. A. Einstein încheie articolul arătînd eforturile pe care le-a făcut ca să completeze teoria relativității generale cu o generalizare a ecuațiilor gravității în vederea elaborării unei teorii raționale a cîmpului în relativitatea generală care ar putea da „cheia" unei teorii cuantice complete.

Erwin Schrödinger, care a rămas întotdeauna consecvent, ca și A. Einstein, unei interpretări care trebuie să pună la baza mecanicii cuantice stările reale din fizică, după ce face o scurtă prezentare istorică, arată: „L. de Broglie, după cum cred, nu aprecia mai mult decît mine interpretarea probabilistă a mecanicii ondulatorii. Însă foarte repede și o perioadă lungă de timp am fost constrînși a înceta să ne opunem și a o accepta ca o soluție provizorie în lipsă de ceva mai bun" [23]. Aceste cuvinte arată cît de mari au fost presiunile probabiliștilor asupra unor proeminente personalități din fizica teoretică, că acceptul lor a fost provizoriu, temporar. Aceasta a fost posibil datorită fetișizării soluțiilor matematice, care se pretau la interpretări imaginare, care nu aveau nimic comun cu stările reale din fizică.

El arată în același timp că unele interpretări subiective au favorizat răspîndirea unor concepții care îndepărtau teoria cuantică de bazele științifice ale cercetării teoretice și experimentale: „Pentru faptul că unele dispozitive — scrie Schrödinger —, prin însăși natura lor, nu pot să ne dea decît un răspuns discret, discontinuu, aspectul probabilist s-a introdus pe nedrept în conceptele fundamentale și a impus dictatorial structura esențială a prezentei teorii" [24].

E. Schrödinger arată în continuare aspectele noi din fizica cuantică care au intervenit, pentru a face o reconsiderare a teoriei cuantice pe baza mecanicii ondulatorii. Abandonînd interpretarea probabilistă în teoria cuantică, „nu trebuie să mai avem frică de a pierde atomismul consacrat de timpuri" [25]. Acesta era pericolul reprezentat de școala probabilistă, a nedeterminismului, a complementarității, de a arunca fizica înapoi, în brațele agnosti-

[23] E. Schrödinger, în volumul omagial *Louis de Broglie*, Paris, Ed. Albin Michel, 1953, p. 21.
[24] *Op. cit.*, p. 29.
[25] *Ibid.*

cismului și idealismului, de a o îndepărta de principiile atomismului, de realitatea obiectivă a cuantelor.

După studiile lui Einstein și Schrödinger urmează doi consacrați reprezentanți ai Școlii de la Copenhaga. W. Pauli angajează discuția în articolul său pe terenul nou deschis de lucrările lui D. Bohm și J.-P. Vigier. El încearcă să combată „tentativa de a completa mecanica cuantică în așa fel, de a face o schemă deterministă cu ajutorul parametrilor ascunși ; teoria undei-pilot nu este decît un exemplu special“ [26]. Dar teoria undei-pilot, susținută și de Einstein și de Broglie, a devenit obiectul unor studii ample în fizica teoretică și experimentală contemporană, în așa măsură, încît intervenția sa probabilistă și apelul la teorema lui von Neumann n-au mai fost în stare să fie convingătoare. Încercarea de a pune de acord statistica Bosse-Einstein și Fermi-Dirac cu interpretarea probabilistă a teoriei cuantice nu face în fond decît să aducă teoria cuantică în domeniul *stărilor reale* din microfizică. Cu toate acestea, W. Pauli consideră că „interpretarea mecanicii cuantice bazată pe ideea complementarității este singura admisibilă. Departe să consider definitivă starea actuală în mecanica cuantică în domeniul relativist, cred totuși că dezvoltarea acestei teorii nu va face decît să ne depărteze și mai mult de interpretarea cauzală și deterministă“ [27]. Împotriva celor mai evidente experimentări și concluzii teoretice din domeniul particulelor elementare, a reacțiilor nucleare, a radiațiilor cosmice, a fisiunii și fuziunii atomilor, a utilizării nivelurilor energetice ale electronilor orbitali pentru obținerea radiațiilor stimulate, fenomene a căror bază materială, deterministă și cauzală nu poate fi contestată decît dacă se contestă chiar existența obiectivă a fenomenelor, W. Pauli se menține în sfera împietrită a nedeterminismului.

Articolul următor este semnat de L. Rosenfeld de la Universitatea din Manchester, unul dintre elevii și colaboratorii cei mai apropiați ai lui Bohr. Ceea ce apare straniu chiar de la început este faptul că L. Rosenfeld se declară adeptul teoriei complementarității de pe pozițiile materialiste și dialectice. El considera pe N. Bohr un dialectician, și acesta este motivul că teoria lui întîmpină dificultăți : „De fapt — scrie Rosenfeld — este greu încă și azi multor spirite să pătrundă gîndirea lui Bohr și să accepte ideea complementarității. Dacă încercăm să analizăm cauzele acestor rezistențe, vedem că aceasta ne aduce la o trăsătură comună : necunoașterea mișcării dialectice a gîndirii științifice“ [28]. L. Rosenfeld consideră că ideea complementarității a izvorît în fizica atomică, ca o necesitate, din rezultate experimentale. În realitate, ideea complementarității a izvorît din interpretarea probabilistă a teoriei cuantelor și a relațiilor de incertitudine. Interpretarea experimentelor din fizica atomică pe baze probabiliste și nedeterministe a dat naștere la teoria complementarității. Altfel ar trebui să considerăm că Born, Bohr, Heisenberg, Pauli au tratat teoria cuantică de pe bazele obiectivității și cauzalității, ceea ce ar fi contrar celor ce au profesat și au scris în toată viața lor. În mod greșit Rosenfeld susține că la baza complementarității stă interpretarea coerentă a fenomenelor cuantice. Asemenea interpretări a încercat să elaboreze Albert Einstein prin generalizarea teoriei relativității la fenomenele de cîmp, fără să poată ajunge la vreo concluzie. Revenirea fermă a lui Broglie de a considera existența funcțiunii de undă μ ca o stare reală, iar funcția de undă ψ abstractă se confundă cu funcția de undă reală μ ; așa-numita teorie a dublei soluții, ca și reafirmarea teoriei undei-pilot în lucrările lui D. Bohm, elaborarea teoriei stărilor ascunse, a termostatului ascuns de către D. Bohm și J.-P. Vigier deschid căile elaborării obiective a teoriei cuantice, care pleacă, pe de o parte, de la caracterul cuantic al structurii particulelor ce formează radiațiile și cîmpurile, pe de altă parte de la caracterul obiectiv, independent de observator, al fenomenelor cuantice. Acestea sînt bazele științifice, materialist-dialectice, ale interpretării corecte în teoria cuantică.

[26] *Op. cit.*, p. 37.
[27] *Op. cit.*, p. 42.

LIMITELE CUNOAȘTERII ȘI CUNOAȘTEREA LIMITATĂ

Atunci cînd Rosenfeld afirmă că noua teorie cuantică nu poate fi interpretată de pe bazele determinismului clasic, se situează pe o poziție corectă. Cînd însă încearcă

[28] L. Rosenfeld. *Evidența complementarității*, în volumul omagial *Louis de Broglie*, Paris, Ed. Albin Michel, 1953, p. 63.

să pună aceasta pe seama faptului că „negația dialectică constă deci, cum observă Engels, în a recunoaște existența unei limite a validității unui concept", nu face decît să încerce să aducă o teorie falsă, aceea a complementarității, în limitele unor principii juste. Limita validității la care se referă F. Engels în lucrarea sa *Ludwig Feuerbach și sfîrșitul filozofiei clasice germane* nu se raportează la limita în teoria cunoașterii, în posibilitatea de a cunoaște realitatea obiectivă. Engels, prezentînd latura revoluționară a filozofiei lui Hegel, remarcă : „Marea idee fundamentală că lumea nu trebuie concepută ca un complex de *lucruri* definitive, ci ca un complex de *procese*, în care lucrurile aparent stabile, ca și reflectarea lor ideală în mintea noastră, conceptele, parcurg o neîntreruptă transformare în cadrul devenirii și al pieirii și în care, cu toată aparența de hazard și în pofida oricărui regres momentan, își croiește pînă la urmă drum o dezvoltare progresivă, această mare idee fundamentală a intrat într-atît în conștiința comună, mai cu seamă de la Hegel încoace, încît aproape că nu mai este contrazisă în această formă generală a ei" [29]. Aceasta arată în mod clar că Engels nu se referă la negarea în posibilitatea de cunoaștere a realității obiective, ceea ce se susține în teoria complementarității, ci la faptul că cunoștințele dobîndite sînt în mod necesar limitate și condiționate de împrejurările în care au fost dobîndite, de nivelul teoriei și baza tehnică experimentală ; cu fiecare nouă descoperire în științele naturii se face un pas înainte în cunoașterea realității ; limita validității unui concept nu este determinată de faptul că observarea indirectă a microfenomenelor este deformată de aparatura tehnică — de ce nu și de subiectivitatea observatorului — și nici de faptul că nu se pot determina simultan două caracteristici fizice a microobiectelor, poziția în spațiu și momentul, ci pentru faptul că lumea este un complex de procese în neîntreruptă transformare. Conceptul, așa cum arată Engels, fiind *„reflexul conștient al mișcării dialectice a lumii reale"* [30], poartă în el relativitatea determinată de subiectivitatea reflectării, precum și caracterul temporar gnoseologic. Deci, între limita validității unui concept și

[29] K. Marx și F. Engels. *Opere*, vol. 21, București, Editura politică, 1965, p. 292.
[30] *Ibid.*

neputința cunoașterii realității obiective din conceptul complementarist este aceeași diferență ca între realitatea dialectică a cunoașterii și agnosticismul pozitivist.

Limitele cunoașterii în fizica clasică cu privire la microfenomene și microobiecte erau determinate în principal de faptul că tehnica experimentării și a observării nu atinsese nivelul corespunzător unor cercetări fundamentale. Principiile determinismului clasic cu privire la mișcarea particulelor materiale nu puteau fi valabile în mișcarea cuantică a particulelor, pentru care sînt valabile principiile determinismului cuantic, legile specifice care guvernează mișcarea microparticulelor. Dar ceea ce este evident pentru lumea întreagă, că Școala de la Copenhaga, care a grupat adepții probabilismului și indeterminismului în fizică și ai complementarismului în filozofie, a negat obiectivitatea microfenomenelor, existența lor independentă de observator și măsură, a contestat valabilitatea cauzalității în știință, nu este evident și pentru Rosenfeld. Numai așa se poate explica că în finalul capitolului *Complementaritate și determinism* el conclude : „Determinismul însuși, în domeniul său legitim de aplicare, în fizica clasică, nu are altă confirmare decît aceea pe care o trage din experiență. Confirmarea complementarității este exact de aceeași natură" [31]. După această afirmație ar trebui să se concludă că teoria complementarității este determinismul teoriei cuantice. Dar Bohr și Heisenberg tocmai aceasta neagă. Ei consideră nedeterminismul ca specific microfenomenelor și microobiectelor, de care nu luăm cunoștință direct decît prin intermediul aparatelor. Dar chiar Rosenfeld consideră că e posibilă înlocuirea concepției deterministe cu aceea mai largă și mai simplă a probabilității. Exact ceea ce a făcut Born în teoria cuantică și au acceptat Bohr și Heisenberg.

CALCULUL PROBABILITĂȚII — INSTRUMENT MATEMATIC AL REFLECTĂRII REALITĂȚILOR FIZICE

Calculul probabilității, ca metodă matematică, nu vine în contradicție cu principiile generale ale determinismului, ale materialismului științific ; din contra, este

[31] L. Rosenfeld. *Complementaritate și determinism*, p. 58.

un valoros instrument de interpretare teoretică a realității fizice. Nu este valabilă acea interpretare sau aplicare a calculului probabilității care duce la nedeterminism. Dar dacă L. Rosenfeld crede ceea ce scrie chiar el : „Probabilitatea nu este întîmplare fără regulă, ci tocmai invers : regulă care există în întîmplare. O lege statistică este înainte de toate o lege, expresia unei regularități, un instrument de previziune“ [32], atunci calculul probabilității nu poate duce la nedeterminism și agnosticism. Calculul probabilităților, ca metodă matematică, are aplicare îndeosebi în microcosmos, unde microobiectele se găsesc într-un număr fantastic de mare, în interacțiuni multiple și aparent neregulate, luate individual, dar totuși este o *regulă în întîmplare* și prin aceasta se încadrează în principiile generale ale determinismului ; după cum calculul probabilităților și statistica matematică au devenit instrumentul principal al unor ramuri cibernetice, cum sînt informatica și statistica economică, care permit determinarea unor solide baze pentru decizii. Și în acest domeniu, funcția instrumentului matematic are un caracter determinist.

Calculul probabilităților, ca și calculul diferențial și integral, sînt metode matematice care ne permit să reprezentăm cifric sau prin alte simboluri matematice de structură realitatea obiectivă din lumea microfenomenelor și a microobiectelor, în toate domeniile unde apar mulțimi și ansambluri, fie că este vorba de fizică sau chimie, de biologie sau economie. Calculul probabilităților s-a dezvoltat ca o metodă matematică de analiză a fenomenelor cu caracter de masă, care permite o vedere de ansamblu a realității fizice, mai puțin a singularităților. Antitezele : singularitate și ansamblu, particulă și cîmp, discontinuu și continuu reprezintă unitatea contrariilor fundamentale din microcosmos, și analiza lor trebuie să se facă printr-un raport matematic corespunzător, care trebuie să fie o sinteză dintre calculul diferențial, care reprezintă mișcarea dialectică în matematică, și calculul probabilității, care derivă din teoria mulțimilor, expresia unor mișcări dialectice de mulțimi.

În fond, este vorba de legătura dialectică care cere o reprezentare matematică dialectică dintre particular și

[32] *Ibid.*

general, particulă și cîmp, strîns legate de antitezele necesitate și întîmplare, adevăr și eroare. Matematicienii Gh. Mihoc, M. Iosifescu și V. Ruseanu, subliniind existența obiectivă atît a necesității, cît și a întîmplării, consideră că „teoria probabilităților este o ramură a științei matematice care studiază legitățile specifice ce se manifestă în cadrul fenomenelor întîmplătoare de masă, măsurînd, pe baza unor modele abstracte pe care le elaborează, conexiunea dialectică dintre necesitate și întîmplare. Aceste legități poartă numele de legități probabilistice (stohastice) sau legi de probabilitate ; ele au un caracter obiectiv, necesar și general“ [33].

Cu tot caracterul său abstract, teoria probabilităților a găsit numeroase aplicări în știință, tehnică și economie prin intermediul statisticii matematice. Îndeosebi legea numerelor mari are un caracter obiectiv, în măsură să exprime prin noțiuni matematice abstracte realități statistice, studiate de toate ramurile științei. Cu toate că are o bază științifică evident deterministă, teoria probabilităților a servit adeseori pentru interpretări eronate, nedeterministe, cum a fost și situația din mecanica cuantică.

Considerațiile care au făcut pe materialiști să declare de esență idealistă interpretarea de către Școala de la Copenhaga a teoriei cuantice nu conving pe L. Rosenfeld, ce se crede printre puținii materialiști care consideră „această descoperire ca perfect conformă cu caracterul materialist al științei“ [34]. Pentru a justifica separarea pe care o face între Bohr și Heisenberg — deși aceștia nu s-au considerat niciodată separați —, Rosenfeld consideră că Heisenberg, în teoriile fizice, face expuneri care se desfășoară „magistral în spiritul cel mai pur materialist“, ca apoi, cînd se lansează în domeniul epistemologic, autorul „trece printr-o piruetă pe un plan mistic“ [35]. Această poziție este considerată inconsecventă, ceea ce nu i s-a întîmplat lui Bohr.

În 1956 Jean-Pierre Vigier publică lucrarea sa de doctorat *Structura microobiectelor în interpretarea cauzală a teoriei cuantelor*, în care expune de pe baze de-

[33] Acad. Gh. Mihoc, N. Iosifescu, V. Urseanu. *Elemente de teorie a probabilităților și aplicațiile ei*, București, Editura științifică, 1966, p. 10.

[34] L. Rosenfeld. *Evidența complementarității*, în volumul omagial *L. de Broglie*, Paris, Ed. Albin Michel, 1953, p. 62.

[35] *Op. cit.*, p. 63.

terministe, obiective și cauzale numeroase interpretări și experimentări noi din microfizica teoretică, ca teoria dublei soluții, a undei-pilot, a ghidajului, raporturile dintre teoria cuantelor și teoria relativității, legăturile acestora cu teoria cauzală. Se face, de asemenea, o prezentare a comportării fizice reale a microobiectelor, caracterul lor corpuscular, legăturile dintre necesitate și întîmplare în teoria cauzală. În această lucrare se arată diferențele esențiale dintre fizicienii care fac interpretări teoretice de pe baze nedeterministe, așa cum sînt cei care se grupează în jurul Școlii de la Copenhaga, și fizicienii care pleacă de la bazele științifice ale determinismului. Teoria probabilității și statistica matematică sînt folosite ca metode științifice pentru a determina legile hazardului, ale legăturilor dintre necesitate și întîmplare, contrar nedeterminiștilor, care folosesc aceste metode matematice de interpretare a realităților fizice ca mijloace ale neputinței în teoria cunoașterii, a subiectivismului, a agnosticismului.

„Pentru Școala de la Copenhaga — scrie Jean-Pierre Vigier — probabilitatea este un element ireductibil al teoriei care limitează definitiv cunoașterea noastră a naturii. Pentru domnii Bohr, Pauli și Heisenberg este, de exemplu, definitiv imposibil de a soluționa la nivelul cuantic problema mișcării individuale a microobiectelor, ceea ce ruinează pentru totdeauna determinismul. Distribuția $P = (\psi)^2$ va fi prin natură pentru totdeauna inexplicabilă, inanalizabilă și inalterabilă, oricare ar fi condițiile fizice acționînd asupra particulelor. În interpretarea cauzală, din contra, nu este necesar să se introducă o asemenea limitare a cunoașterilor noastre. Cum am văzut, este posibil să se prezinte un «model» determinist de microobiecte individuale care să permită explicarea distribuției $P = (\psi)^2$ a unui ansamblu de asemenea obiecte într-o stare dată, cînd se ține seama de acțiunea fenomenelor anterioare asupra sistemului de particule considerat“ [36].

Probabilitatea *(P)* a unei distribuții $P = (\psi)^2$ este determinată de interacțiunile dintre particule și influențele din exteriorul sistemului, adică a interacțiunilor cu exteriorul sistemului. Interacțiunile dintre particulele extrem de numeroase chiar în dimensiunile microspațiului, mișcarea continuă la mare viteză, ciocnirile dintre particulele care înmagazinează energii înalte creează această mare complexitate de singularități, în care guvernează legile cauzale ale necesității și întîmplării. În acest gigantic labirint, a urmări traiectoria unei particule pare de nesoluționat, cel puțin cu mijloacele cunoscute azi. Dar mijloacele tehnice ultrarafinate de mîine pot dezlega și această necunoscută a experimentării. Dealtfel, camerele perfecționate ale lui Wilson ne relevă traiectoria rezultată din ciocnirile unor particule elementare individuale, și aceasta arată că e posibil să se urmărească particula și mișcarea sa. Desigur, aceste cunoașteri directe ale microobiectelor sînt încă incipiente, și complexitatea din domeniul microfenomenelor pune încă multe probleme tehnicii de observare și măsură care își așteaptă încă soluțiile.

[36] J.-P. Vigier. *Structure des micro-objets dans l'interpretation causale de la théorie des quanta*, Paris, Ed. Gauthiers-Villars, 1956, p. 125—126.

TEORIA NIVELURILOR STRUCTURALE

D. Bohm și J.-P. Vigier ajung la o importantă concluzie în legătură cu legile care acționează sau descriu un anumit nivel de organizare a materiei. La fiecare nivel de organizare a materiei, cuantic, atomic, molecular, corpuri, sisteme, corespund anumite structuri și funcții, guvernează legi specifice. Iată de ce legile din mecanica clasică, care se referă în special la mișcarea corpurilor, care prin abstractizare erau considerate puncte materiale, nu puteau fi valabile în mecanica cuantică, care analizează mișcarea *particulelor elementare*, care s-au dovedit a fi mai puțin elementare, cu structuri în componența cărora intră alte elemente. Criza din fizică a fost declanșată de descoperirea unui domeniu necunoscut pînă la sfîrșitul secolului al XIX-lea, domeniul subatomic, care punea probleme noi, trebuiau descoperite legile domeniului microcuantic de organizare a materiei. Era o criză determinată de lărgirea sferei cunoașterii în domenii invizibile, neexplorate pînă atunci.

La fiecare nivel există o anumită structură a materiei, anumite funcții, cu legi specifice. Caracterul cuantic, corpuscular al particulelor din microstructura materiei determină și legitățile acestui domeniu. Dar interacțiunea

dintre corpuscule, particule determină anumite forme ale structurii materiei — fotonii, electronii, neutronii etc. —, care, la rîndul lor, sînt structuri cărora le corespund legi specifice ale mișcării, respectiv constante fizice specifice.

Interpretarea cauzală a microfenomenelor, ca și experimentările din microstructura materiei ne dau cu aproximație stările de materie, fiindcă starea permanentă de mișcare face ca aceste microobiecte să fie și să nu fie în același timp aceleași, și nici într-un caz în același timp, în același loc.

Jean-Pierre Vigier, ca și David Bohm, arată că „noțiunea de nivel nu este necesar legată de aceea de dimensiuni (de exemplu, «nivelul cuantic» ar corespunde unor dimensiuni pînă la 10^{-13} cm, dincolo de care ar începe un alt nivel mai profund etc.), ea poate fi asociată, de asemenea, unor condiții fizice particulare, ca densitățile tari, domeniul energiilor foarte înalte, sau extraordinare complexități de organizare. În această concepție, fiecare nivel este guvernat de legi deterministe și suferă sub formă de legi stohastice acțiunea haotică a ansamblului infinit de niveluri, care constituie natura. Orice fenomen fizic ar apărea astfel țesut inextricabil din cauzalitate și hazard, în același timp sinteză și rezultantă mobilă a mișcărilor infinit complexe ale materiei din care a apărut“ [37].

Într-adevăr, noțiunea de nivel nu este strict legată de dimensiune, în sensul că la limitele unor niveluri dimensiunile se pot întrepătrunde. Limitele unor niveluri sînt mai degrabă legate de structura particulelor, cărora le corespund legi specifice, caracteristice formelor de organizare a materiei, de o foarte mare diversitate. Interacțiunea la nivelul particulelor elementare poate fi gravifică sau electromagnetică, tare sau slabă, după natura particulelor.

În afara legilor specifice unor niveluri, trebuie să se țină seama întotdeauna de legile generale caracteristice tuturor nivelurilor, cum sînt : existența obiectivă a realității fizice, independentă de observator, de aparatele de măsură, starea permanentă de mișcare, concentrări cantitative care duc la schimbări calitative, legile de conservare a masei, energiei, impulsului etc., inclusiv trecerea de la un nivel de organizare structurală la altul etc.

[37] *Op. cit.*, p. 126.

Între legile generale ale materiei și legile specifice diverselor sale niveluri de organizare sînt legături directe, de nedespărțit. Iată de ce, odată cu adîncirea cunoștințelor noastre în micro și macrocosmos, era necesar să fie descoperite legile specifice, caracteristice mișcării microparticulelor, care formează obiectul mecanicii cuantice, tot așa cum legile specifice mișcării corpurilor constituie obiectul mecanicii clasice.

Capitolul al V-lea

FIZICIENII ÎN DISPUTE FILOZOFICE

DETERMINISM ŞI NEDETERMINISM

Lupta dintre determinism şi nedeterminism în fizica cuantică a luat amploare, reflectînd în fond lupta dintre materialism şi idealism în ştiinţele naturii, ca şi în filozofie. Nedeterminismul din fizica cuantică, bazat pe interpretarea probabilistă în teoria cuantică şi pe relaţiile de incertitudine, s-a extins şi în unele ramuri ale ştiinţelor naturii, precum şi în diverse curente ale filozofiei neopozitiviste.

La baza curentului nedeterminist în fizica cuantică stau două interpretări eronate ale unor evenimente fizice.

Primul se referă la faptul că n-a fost posibil pînă acum să se determine în acelaşi timp poziţia şi viteza particulelor care se propagă în stare liberă. Trebuie însă să examinăm dacă a pune astfel problema corespunde realităţilor fizice. Particulele care se propagă în stare liberă nu au niciodată o poziţie statică, nu sînt puncte materiale fixe, ele au o poziţie dinamică, o traiectorie. Prin abstractizare — şi aceasta de multe ori este foarte utilă în ştiinţă — se pot fixa particule materiale în spaţiu, dar în acest caz viteza este nulă. În realitatea fizică a microobiectelor nu se cunoaşte o asemenea stare. Traiectoria, care reprezintă poziţia în spaţiu a particulelor în mişcare, care este şi singura realitate fizică în acest caz, poate fi determinată, odată cu viteza şi cu cantitatea de mişcare. Microfizica experimentală realizează asemenea experimentări în mod curent în camera lui Wilson, aparat deosebit de preţios în cercetarea particulelor din microstructura materiei, care se perfecţionează continuu tocmai datorită capacităţii de a determina practic unele calităţi ale acestora, şi în primul rînd permite să se fotografieze traiectoriile particulelor rezultate din ciocniri.

Faptul existenţei unor măsurători individuale precise — şi acestea sînt din ce în ce mai numeroase odată cu perfecţionarea tehnicii măsurii în domeniul microobiectelor — nu vine în contradicţie cu interpretarea statistică în teoria cuantică. Măsura individuală nu vine în contradicţie cu faptul că particula nu este în acelaşi timp în aceeaşi poziţie, că în domeniul cuantic activează legile probabilităţii şi statisticii matematice. Nu există nici o contradicţie între măsura statistică a unui sistem şi măsura individuală a unei singularităţi. Suma singularităţilor formează sistemul, iar probabilitatea intervine atunci cînd e necesar să se determine suma prin adiţionarea fiecărei singularităţi pentru a determina sistemul. Această contradicţie este soluţionată de statistică.

Ca şi în orice problemă teoretică, indiferent de ramura ştiinţifică la care se referă, şi în fizica cuantică criteriul practicii, şi în acest caz observarea şi experimentarea permit să se concludă dacă teoria este în concordanţă cu realitatea obiectivă.

Modelul atomic al lui Rutherford a însemnat un mare pas ştiinţific înainte în elaborarea unei teorii valabile, dar a fost nevoit să facă loc unui model mai perfecţionat, modelul cuantic al atomului descoperit de Bohr, care a primit confirmarea de necontestat a experimentării. Omenirea va fi întotdeauna recunoscătoare lui Rutherford pentru acel mare pas înainte realizat în teoria atomică, stabilind modelul planetar al atomului, după cum modelul cuantic al atomului, o genială descoperire a lui Bohr, pare mult mai complex decît a fost gîndit iniţial. Trecerea de la modelul atomic al hidrogenului la elementul chimic următor — heliu a creat dificultăţi care n-au fost încă depăşite nici în teorie, nici în experimentare.

Marile posibilităţi create de calculul matematic, extinderea sferei de cuprindere prin descoperirea unor instrumente noi matematice, structurale, cum sînt algebra booleană şi topologia, teoria ansamblelor, teoria probabilităţii, teoria statistică şi altele, au permis elaborarea unor teorii în fizică, în primul rînd cu o solidă bază ştiinţifică, în măsură să asigure previziuni, a căror confirmare a devenit mai sigură, mai aproape de realităţile fizice.

Teoria relativității einsteiniene a fost o mare sursă de asemenea prevederi științifice, după cum studiul teoretic al reacțiilor nucleare a permis prevederea existenței unor particule ca neutrinii și mesonii, care au fost apoi descoperiți fie prin observare în radiația cosmică, fie prin experimentările în acceleratoarele de viteză de particule.

Criza din fizica cuantică pornește și de la interpretarea eronată a relațiilor de incertitudine. Descoperind o relație matematică specifică domeniului cuantic, Heisenberg trage această concluzie care nu are nimic din interpretarea cu adevărat științifică a unei descoperiri atît de importante : „Teoria cuantică, relațiile de incertitudine pun o limită definită de precizia cu care se poate măsura simultan poziția și cantitatea de mișcare, sau timpul și energia“ [1]. Imposibilitatea de a obține măsura simultană a unor caracteristici fizice ale microparticulelor nu poate pune în cauză principiul general al determinismului fizic, al cauzalității.

Indeterminismul în fizică, bazat pe relațiile de incertitudine, a fost infirmat de practica experimentală din domeniul atomic, nuclear, electronic, de practica utilizării energiei nucleare, de descoperirea și descrierea unui mare număr de particule materiale.

În al doilea rînd, nedeterminismul în fizică s-a bazat pe faptul că între realitate și omul de știință se interpun aparatele de măsură cu care se fac experimentările și observările în micro și macrocosmos și care deformează reflectarea realității. Dar nu numai interpunerea aparatelor intervine în asemenea situații, ci și interpretarea subiectivă a experimentatorului. Fără îndoială că există aparate la care nu se poate obține o asemenea precizie care să ne redea în modul cel mai fidel caracteristicile fizice, chimice, biologice cele mai apropiate de realitatea obiectivă. Cînd s-a trecut de la balanța de precizie manipulată de om la balanța de precizie automată, microgreutățile au fost obținute cu mai mare exactitate. Revista germană „Technik und Forschung“ (23.I.1969) a anunțat realizarea *celui mai sensibil cîntar* din lume, microfotometrul spectral, în măsură *să cîntărească* mai puțin de o miliardime de gram. Acest aparat a permis să se

[1] W. Heisenberg. *Physique et philosophie*, Paris, Ed. Albin Michel, 1961, p. 186.

stabilească schimburile de albumină din celula vie, inclusiv cantitatea sa. Cînd s-a trecut de la microscopul optic la cel electronic, observările în microcosmos s-au făcut mai exact și într-o profunzime mai mare. Odată cu telescoapele gigantice din zilele noastre, observarea în macrocosmos s-a făcut la depărtări mult mai mari, iar cînd s-a trecut de la telescopul optic la radiotelescop, cercetarea universului s-a putut face într-o profunzime mai mare. Revoluția științifică și tehnică din zilele noastre a avut urmări deosebit de favorabile și în realizarea unor aparate fizice, de laborator, aparate de control și măsură, de o mare precizie atît pentru cercetarea microcosmosului, cît și a macrocosmosului. Fără îndoială că nu s-a ajuns la perfecțiune, dar multe aparate sînt în măsură să redea calitățile fizice și chimice ale realității obiective cu o precizie uneori uimitoare.

În aceasta constă relativitatea măsurii și observării datorită aparatelor care se interpun între obiect și subiect, atunci cînd cercetările se fac în domeniile neperceptibile direct senzorial. Gradul de relativitate este mai mare sau mai mic, după nivelul de perfecțiune al aparatelor, de influența care o poate avea aparatul asupra fenomenelor, și nu în ultimă instanță de capacitatea de interpretare. Dar această relativitate în percepere, în reflectare nu influențează existența realității obiective, ci numai gradul de cunoaștere.

RAȚIONALISMUL ȘTIINȚIFIC ȘI DETERMINISMUL

Filozofi din cele mai disparate curente contemporane se declară adepți ai principiilor deterministe. Această situație este influențată de marile descoperiri din știință și tehnică, de revoluția în gîndire, determinată de apariția și răspîndirea largă a filozofiei marxiste.

Jean Fourastié consideră că „idealul științei va fi întotdeauna de a dezvălui fenomenele determinate, a căror combinație sau grupare ar genera treptat alte fenomene, întotdeauna supuse determinismului“ [2]. Acesta este idealul științei, al tuturor ramurilor sale de la ma-

[2] J. Fourastié. *Les conditions de l'ésprit scientifique*, Paris, Ed. Gallimard, 1966, Collection *Idées*, p. 168.

tematică și fizică la sociologie și filozofie. Acest ideal se impune ca o necesitate în cunoașterea realității obiective.

Filozoful francez Gaston Bachelard, promotor al raționalismului contemporan, examinează în lucrarea *L'activité rationaliste de la physique contemporaine* problemele determinismului, dar, în loc să dezlege *nodul gordian*, se încurcă mai degrabă în *firul Ariadnei*. Iată, de exemplu, cum pune el problema : „Dacă am dezvolta în toate detaliile gîndurile care își găsesc rezumatul în determinismul filozofic, am da înapoi în fața afirmațiilor de necrezut și, în sfîrșit, nu am îndrăzni să ne mai asumăm caracterul *monstruos* al ipotezei determinismului *universal*“ [3]. Determinismul este și universal, ca principiu fundamental, și particular, așa cum se manifestă specific în inepuizabilele manifestări ale materiei în mișcare. Determinismul este un principiu care se regăsește atît în fizică, cît și în filozofie, în orice ramură a științei, și în aceasta constă universalitatea sa. Bachelard conclude că diferența dintre determinismul fizic, de exemplu, și cel filozofic apare din cauza limitelor ideilor de totalitate. Ca științe particulare, fizica sau chimia au limite ca obiect de cercetare, sfera lor de cuprindere epistemologică este specifică unor structuri, dar tocmai fiecare în sfera sa are legi specifice rezultate din legile universale ale determinismului și cauzalității.

Dacă ne referim la diferențele dintre științele particulare și filozofie, care îmbracă problemele cele mai generale ale existenței și cunoașterii, acestea apar în mod evident, fără însă ca principiile fundamentale să nu rămînă valabile.

Nu se poate spune că determinismul filozofic nu are nevoie de experiență sau, mai exact, de criteriul universal al practicii pentru a dovedi valabilitatea științifică a principiilor pe care le enunță. Totalitatea nu este nedefinită, este definită ca infinită, fără limite și în aceasta constă și universalitatea și inepuizabilitatea determinismului. Dar în acest determinism universal se manifestă determinismul particular specific, după cum finitul se regăsește în infinit și invers, cu care, dealtfel, este de acord și Bachelard atunci cînd scrie : „Determinismul

[3] G. Bachelard, *L'Activité rationaliste de la physique contemporaine*, Paris, Presses Universitaires de France, 1951, p. 211.

limitat, determinismul liniar, determinismul topologic, determinismul măsurat — iată o mulțime de nuanțe care ne fac să afirmăm pluralismul determinismelor. De fapt, orice determinism este parțial, particular, regional. El este sesizat dintr-un punct de vedere special, într-o ordine de mărime desemnată, în limite fixate explicit sau tacit“ [4]. Limitele aplicării unor legi specifice sînt determinate de limitele obiectului de studiu, de cercetare, de aceea fiecare ramură a științei are legile sale specifice, pluralitatea apare aici, ca și în politică, din universalitate. Determinismul nu este *parțial*, ci *particular*, este într-adevăr *regional* în sensul de *specific* nivelurilor de organizare structurală a materiei și a suprastructurilor rezultate din mișcarea sa, din funcțiile sale.

Legătura dintre universal și particular în determinism reprezintă o unitate a contrariilor, valabilă pentru orice manifestare a existenței. Bachelard opune universalitatea specificității, în timp ce specificul rezultă întotdeauna din universal, realitatea rezultă din lupta și unitatea contrariilor. Bachelard opune determinismului ca *doctrină generală*, pe care îl acceptă dealtfel, determinismul ca *doctrină universală*. Contradicția nu se manifestă numai în natură, ci și în gîndire. Prima este obiectivă, ultima subiectivă.

Determinismul este consolidat, ca principiu universal, și neconsolidat, ca principiu specific, fiind mereu supus schimbării, dezvoltării cunoașterii relative și temporare. Bachelard conclude : „Astfel, avîntul gîndirii științifice în formele sale contemporane apare ca o solidaritate a geniului și a tehnicii. Natura este învinsă de două ori, învinsă în misterul său și învinsă în puterile sale. Omul pune ordine în natură, punînd în același timp ordine în gîndurile și în munca sa. Raționalismul se prezintă astfel în mod dialectic. S-ar crede un pleonasm dacă spunem că raționalismul este o filozofie a gîndirii“ [5]. Natura învinsă în misterul ei și în puterile sale este scopul omului, a societății, a oricărei filozofii. Raționalismul nu este o *filozofie a gîndirii*, ci un curent în filozofie și are valabilitate dacă este și un raționalism științific, în măsură să descopere misterul naturii și să supună forțele sale pentru prosperitatea societății în ansamblul ei.

[4] *Op. cit.*, p. 217.
[5] *Op. cit.*, p. 222.

Cum era şi de aşteptat, nedeterminiştii din fizică şi filozofie au contestat şi principiul cauzalităţii.

În *Dialectica naturii*, F. Engels arată că principiile cauzalităţii rezultă din studiul materiei, din succesiunea mişcării, din *condiţionarea* dintre formele de manifestare ale mişcării materiei, a corpurilor ; principiul cauzalităţii a fost descoperit de om în activitatea sa practică : „ceea ce ne izbeşte în primul rînd cînd considerăm materia în mişcare este conexiunea dintre mişcările individuale ale corpurilor individuale, *condiţionarea* lor reciprocă. Dar nu constatăm numai că o anumită mişcare este urmată întotdeauna de alta, ci şi că putem face să apară o anumită mişcare, creînd condiţiile în care ea se produce în natură ; mai mult, că putem chiar produce mişcări care nici nu se întîlnesc în natură (industria), cel puţin nu în această formă, şi că putem imprima acestor mişcări o direcţie şi proporţii dinainte fixate. *Prin aceasta, prin activitatea omului*, poate fi fundamentată reprezentarea de *cauzalitate*, reprezentarea că o mişcare este *cauza* altei mişcări“ [6].

Principiul cauzalităţii are o mare importanţă nu numai pentru practică, dar şi pentru teorie. Cauzalitatea în ştiinţă permite să urmărim originea fenomenelor, direcţia lor de dezvoltare, succesiunea de la simplu la complex, de la inferior la superior. După ce chimia secolului al XIX-lea a determinat direcţia reacţiilor chimice, a stabilit cauzele unor reacţii, succesiunea lor, rezultatele şi efectele lor, fizica secolului al XX-lea a descoperit reacţiile nucleare, cauzalitatea a pătruns mai adînc în profunzimea microcosmosului, stabilindu-se nu numai succesiunea dimensională, dar şi interacţiunile care au loc, efectul lor, direcţia de dezvoltare. Descoperirea de către Marx a legilor care stau la baza dezvoltării orînduirilor sociale, determinînd cauzele succesiunii lor, a stabilit şi direcţia de dezvoltare a societăţii, a permis cu o mare precizie ştiinţifică previziunea dispariţiei capitalismului şi apariţiei socialismului, ceea ce practica socială a secolului nostru a confirmat în mod strălucit.

[6] K. Marx şi F. Engels. *Opere*, vol. 20, Bucureşti, Editura politică, 1964, p. 527.

F. Engels scria în *Dialectica naturii* : „Pentru cel ce neagă cauzalitatea, orice lege a naturii este o ipoteză, inclusiv analiza chimică a corpurilor cereşti pe baza spectrului obţinut cu o prismă. Cîtă sărăcie de gîndire să te opreşti aici !“ [7]. Spectrografia contemporană a mers foarte departe, în micul şi marele cosmos, în descoperirea tainelor naturii. F. Engels a sesizat ce importanţă mare pentru cercetarea ştiinţifică va avea metoda spectrală de analiză.

Cauzalitatea, ca şi determinismul au format obiectul unor mari dezbateri, îndeosebi în microfizica teoretică.

În jurul elaborării teoriei cuantice se vor desfăşura în prima jumătate a secolului al XX-lea disputele cele mai aprige. În 1923—1924 Louis de Broglie publică lucrarea prin care generalizează teoria corpuscular ondulatoare a luminii, elaborată de A. Einstein, la toate particulele materiale. În 1926—1927 Louis de Broglie pune bazele mecanicii ondulatorii, elaborînd teoria dublei soluţii. Într-un articol în 1961, semnificativ intitulat *Neliniştea (anxiété) mea în faţa problemei cuantelor* el scria : „Astfel, în gîndirea mea, la fiecare soluţie de tip uzual a ecuaţiilor de unde din mecanica ondulatoare care dădea numai o descriere statistică trebuia să corespundă o altă soluţie comportînd o singularitate şi reprezentînd uniunea veritabilă a undei şi corpusculului în realitatea fizică profundă. De unde numele de teoria dublei soluţii pe care am dat-o tentativei mele“ [8].

La reuniunea de la Bruxelles din octombrie 1927, la cel de-al V-lea Consiliu de fizică Solvay, interpretarea probabilistă a mecanicii ondulatoare s-a impus, cu toate obiecţiile lui Einstein şi Schrödinger. De la această dată, pentru o lungă perioadă, care n-a luat sfîrşit încă, fizicienii se despart în două tabere. Pe de o parte, fizicienii care consideră că e posibil să se cunoască realitatea fizică, şi aceştia se grupează în jurul curentului determinist, pe de altă parte, fizicienii care considerau că realitatea nu este accesibilă gîndirii umane şi care se grupau în jurul curentului nedeterminist. Aşa a început una dintre cele mai mari controverse cunoscute în istoria fizicii, cu foarte mari implicaţii de natură filozofică.

[7] *Op. cit.*, p. 529—530.

[8] L. de Broglie. *Certitude et incertitudes de la science*, Paris, Ed. Albin Michel, 1966, p. 16—17.

Într-un articol scris în 1949 de Niels Bohr în lucrarea publicată în același an, *Albert Einstein, filozof și savant*, și intitulat *Discuții cu Einstein în problemele epistemologice ale fizicii atomice*, se reamintește în felul următor condițiile care s-au creat în acel consiliu : „Această fază a dezvoltării a fost, cum se știe, inaugurată în 1927 de Heisenberg : el stabilea că cunoașterea pe care o putem avea de starea unui sistem atomic trebuie întotdeauna să comporte o «indeterminare» particulară. Astfel, orice măsură a poziției unui electron cu ajutorul unui aparat oarecare, de exemplu un microscop folosind radiații de înaltă frecvență, va trebui, după relațiile fundamentale, să fie însoțită de un schimb de impulsiune între electron și aparatul de măsură, schimb cu atît mai mare cu cît precizia dorită asupra poziției va fi mai mare. Comparînd aceste considerații cu exigențele formalismului mecanicii cuantice, Heisenberg arată că regula comutației $\left(qp - pq = \sqrt{-1}\frac{h}{2\pi}\right)$ impune o limitare reciprocă la fixarea celor două variabile conjugate q și p, limită exprimată prin relația

$$\Delta q \cdot \Delta p \approx h$$

unde Δp și Δq sînt incertitudini convenabil definite în determinarea acestor variabile. Marcînd conexiunea intimă între descrierea statistică a mecanicii cuantice și posibilitățile de măsură efectivă, această «relație de incertitudine» joacă, cum arăta Heisenberg, un rol esențial în elucidarea paradoxelor care implică orice tentativă de analiză a efectelor cuantice cu ajutorul imaginilor fizice obișnuite“ [9].

În acest consiliu al fizicienilor din 1927, la care s-au adunat cei mai mari fizicieni ai timpului să dezbată problemele cu tema *electroni și fotoni*, principiile enunțate mai sus de Bohr au dominat discuțiile. După ce expune tema principală a discuției, care implica „imposibilitatea oricărei separări nete între comportarea obiectelor atomice și interacțiunea lor cu instrumentele de măsură“ [10], Bohr expune poziția lui A. Einstein, care a

[9] N. Bohr. *Physique atomique et connaissance humaine*, Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1961, p. 41.

[10] *Op. cit.*, p. 42.

„manifestat grija sa profundă de a vedea pînă unde mergea în mecanica cuantică abandonul a tot ce era descriere cauzală în spațiu și timp“ [11]. Discuțiile au durat încă mulți ani ; după acest consiliu al fizicienilor au urmat altele ; Einstein argumenta permanent împotriva abandonului cauzalității în fizica teoretică.

În fruntea savanților care la acest consiliu apărau pozițiile materialiste ale determinismului în fizică a fost și Paul Langevin, care se bucura de o asemenea autoritate, încît la consiliul următor, din 1930, după moartea marelui savant Lorentz, a fost numit președintele consiliului.

Disputele teoretice de la acest consiliu al fizicienilor au depășit mult cadrul științelor naturii și au cuprins îndeosebi domeniile ideologiei, politicii, filozofiei. „S-a plecat de la acest rezultat pentru a proclama falimentul determinismului“ (!) [12], scria în 1939 Paul Langevin într-un articol intitulat *Fizica modernă și determinismul*, publicat în primul număr al revistei franceze a raționalismului modern „La Pensée“, al cărei fondator a și fost.

CONCEPTUL CAUZALITĂȚII ÎN FIZICA CUANTICĂ

Discuțiile teoretice dintre fizicieni sînt vulgarizate, pentru a reanima bazele caduce ale idealismului și fideismului. Fizicianul englez de renume mondial Edington scria într-o carte intitulată *La nature du monde physique* : „S-ar putea chiar spune, ca o concluzie de tras din aceste argumente furnizate de știința modernă, că religia a devenit acceptabilă pentru un spirit științific rezonabil plecînd din 1927... Dacă previziunea noastră se confirmă că 1927 ar fi văzut eliminarea definitivă a cauzalității stricte de către Heisenberg, Bohr, Born și alții, acest an va reprezenta desigur una din cele mai mari epoci în dezvoltarea gîndirii științifice“. Edington s-a grăbit să tragă spuza pe turta fideismului, numai că aceasta a fost de scurtă durată. Fizicianul german Jordan s-a grăbit și el să cînte osanale de pe altarul probabilist,

[11] *Op. cit.*, p. 43.

[12] Citat după articolul lui Paul Langevin din primul număr al revistei „La Pensée“ (1939).

al relațiilor de incertitudine, și, într-o carte publicată în 1938, intitulată *Fizica secolului XX*, scria despre „lichidarea materialismului, noile posibilități pentru a garanta religiei spațiul său vital fără să vină în contradicție cu gîndirea științifică" etc.

Paul Langevin respinge de pe baze științifice încercările de a denatura fondul discuțiilor din jurul teoriei cuantice. Revistele filozofice din tabăra idealismului publicau articole despre *criza determinismului*, încercînd prin aceasta să lovească în materialismul științific. Rareori a cunoscut istoria gîndirii științifice dispute atît de violente. Dacă aceasta ar fi fost numai pasiune științifică, omenirea ar fi avut numai de cîștigat. Dar corifeii fideismului, ai nihilismului, ai spațiului vital erau prezenți în dispută și i-au dat, pe lîngă caracterul științific, și unul ideologic. Față în față se găseau, ca pe baricade, determinismul și indeterminismul, certitudinea și incertitudinea, cauzalitatea și acauzalitatea, dialectica și metafizica.

Paul Langevin încheie articolul său despre fizica modernă și determinism cu aceste cuvinte, care arătau poziția omului de știință și a filozofului consecvent cu sine însuși, probitatea pe care o va arăta și mai tîrziu cu cîțiva ani, în Rezistența franceză, în perioada luptei împotriva cotropitorilor hitleriști : „Însă acei care prezintă evoluția cunoașterii noastre despre determinism ca un faliment al acestuia, degeaba reclamă știința cea mai modernă, fiindcă nu din aceasta își trag ei ideile ; ei le trag dintr-o veche filozofie ostilă științei, pe care caută s-o reintroducă în știință. Și cînd filozofii idealiști reclamă unul sau altul dintre fizicienii idealiști, ei nu fac decît să reia de la ei ceea ce i-au împrumutat ei înșiși. Puterea științei de a cunoaște realul așa cum e — iată de fapt lecția care se degajă de o manieră cu totul satisfăcătoare a întregului progres pe care fizica modernă l-a realizat deja și de toți cei care anunță de pe acum cercetările în curs" [13].

O poziție fermă împotriva incertitudinii și a indeterminismului a luat-o și fondatorul teoriei cuantice Max Planck într-un articol publicat în 1932 și revăzut în 1937, intitulat *Der Kausalbegriff in der Physik*, în care

[13] P. Langevin. *La pensée et l'action*, Paris, Editions sociales, 1964, p. 117.

marele savant german expune cu fermitate principiul cauzalității, care a stat la baza dezvoltării în fizică. Max Planck arată că reprezentarea lumii datorită fizicii nu conține numai mărimi direct observabile, și atunci fizica recurge la simboluri matematice care se pretează la operații bine precizate, determinate. În imaginea fizică a lumii, „toate evenimentele se succed în acord cu legi riguroase și definite ; ele sînt determinate de o strictă cauzalitate" [14].

Max Planck se referă la cunoscutele legi ale gazului, descoperite de Ludwig Boltzmann, determinate de o manieră strict cauzală și care au constituit un triumf în cercetarea fizică teoretică. Aceasta are o importanță cu atît mai mare cu cît în cinetica gazelor au fost descoperite primele legi statistice, pe care ulterior nedeterminiștii le-au pus la baza acauzalității, în mecanica cuantică. Studiind legea propagării radiațiilor negre, Max Planck a descoperit cuanta de acțiune h, vestita cuantă care poartă numele marelui savant și care reprezintă într-adevăr unul dintre marile succese ale fizicii teoretice din toate timpurile. M. Planck combate bazele formalistice ale „noii teorii a cuantelor", ale operatorilor lui Schrödinger, ale matricelor lui Heisenberg, ale numărului lui Dirac și denunță faptul că nedeterminiștii profită de unele circumstanțe create de un aparat matematic ingenios, dar greșit interpretat, pentru a ataca legea cauzalității. După ce constată că fizicienii s-au împărțit în două tabere și că nedeterminiștii au atras majoritatea lor, Planck exprimă speranța că situația se va schimba cu timpul și pentru aceasta este necesar să se insiste pentru menținerea principiilor deterministe în reprezentarea realităților fizice.

Planck scrie : „Noi vedem deci că principiul determinismului domină tot atît de riguros în reprezentarea universului propusă de fizica cuantică, ca și în reprezentarea care o oferea fizica clasică. Diferența constă numai în simbolurile de care ne servim și în regulile matematice pe care le aplicăm. În consecință, în domeniul fizicii cuantice, tot așa ca mai înainte în fizica

[14] M. Planck. *Autobiografie scientifique et derniers écrits*, Paris, Ed. Albin Michel, 1960, p. 172.

clasică, incertitudinea în previziunea evenimentelor din lumea senzorială se reduce la incertitudinea în relațiile dintre reprezentarea universului fizic și a lumii senzoriale ; cu alte cuvinte, în incertitudinea privind transpunerea, în lumea senzorială, a simbolurilor reprezentării fizice a lumii, sau invers. Faptul că această dublă incertitudine este luată în seamă este cea mai impresionantă probă a importanței sarcinii de a menține înainte de toate determinismul în centrul reprezentării lumii“ [15]. Este impresionantă această poziție atît de fermă a lui M. Planck într-o perioadă cînd o pleiadă mare de fizicieni celebri trăgeau fizica teoretică spre nedeterminism.

În 1938 M. Planck publică o nouă lucrare, *Determinismus oder Indeterminismus*, în care se conturează poziția sa ferm obiectivă, materialistă, împotriva subiectivismului probabilist : „În orice caz, consider că noi trebuie să ținem ferm la acest principiu fundamental al cercetării științifice, după care orice fenomen fizic se desfășoară independent de om și de operațiile sale de măsurat“ [16]. Este poziția omului de știință ale cărui cunoștințe profunde în fizică și cercetarea obiectivă a realității determină poziția față de posibilitățile de cunoaștere a realității și existența sa independentă de gîndirea omului și aparatele de măsură. Această fermitate științifică o transmite în previziunea certă că realitățile fizice pot fi descoperite și îndeosebi just interpretate numai de pe bazele determinismului. De aceea el se declară partizanul mecanicii ondulatorii, ca și Einstein dealtfel, deși Broglie, care a pus bazele ei, a părăsit după 1927 propriile sale demonstrații, trecînd temporar, pînă în anii 1950—1951, la interpretările probabiliste.

Iată ce scria în 1960 L. de Broglie despre poziția nedeterminismului : „Oricare fizician știe astăzi că de mai bine de treizeci de ani mecanica ondulatoare a căpătat o interpretare «pur probabilistă», conform căreia unda asociată corpusculului nu mai este decît o reprezentare de probabilitate ce depinde de starea informațiilor noastre cu privire la aceasta, fiind susceptibile de a varia în mod brusc odată cu aceste informații (reducerea pachetului de

[15] *Op. cit.*, p. 176—177.
[16] M. Planck. *Determinismus oder Indeterminismus*, p. 48.

probabilitate în sensul lui Heisenberg), iar corpusculul este conceput ca nefiind permanent localizat în spațiu și, prin urmare, ca nedescriind o traiectorie bine definită“ [17].

Asemenea interpretări ale realității fizice au introdus subiectivismul în știință, căci unda asociată corpusculului depinde de starea informațiilor pe care le avem despre ea, și nu de faptul că există independent de gîndirea umană și aparatele de măsurat, acestea din urmă putînd reprezenta mai mult sau mai puțin exact realitatea obiectivă. Dar acest subiectivism probabilist este o manifestare a idealismului în fizică, a pozitivismului, iar cînd se afirmă că nu se poate localiza poziția în spațiu a corpusculului, nu se atribuie aceasta complexității problemei și a neexistenței unor aparate de măsurat, ci se cade în agnosticism, considerînd că aceste corpuscule nu descriu o traiectorie bine definită. În fond, aceasta vine în contradicție cu unul din principiile teoriei relativității generale și care a fost științific verificat. Se cunoaște că în spațiu fotonii descriu o traiectorie curbă, deci forma traiectoriei este verificată. Aceste traiectorii suferă modificări, pe baza legilor interacțiunii, așa cum s-a demonstrat cu radiațiile siderale care trec prin apropierea soarelui, modificîndu-și traiectoria. Acesta trebuie să se ia doar ca un exemplu, căci corpusculele libere au traiectorii extrem de complicate, foarte diferite, determinate de condițiile de propagare, de interacțiuni interne și exterioare. Un alt exemplu este dat de mișcarea browniană, în care traiectoria moleculelor suferind efectul interacțiunii moleculare se prezintă în forme neregulate, dar definite.

Folosirea în mecanica cuantică a calculului matricial de către Heisenberg și a calculului probabilității de către Born a constituit baza matematică a elaborării principiilor și legilor din acest domeniu al microobiectelor. Dar, spre deosebire de Boltzmann, care a utilizat statistica matematică în teoria cinetică a fazelor, Heisenberg și Born au părăsit bazele deterministe ale fizicii, trecînd pe pozițiile pozitivismului nedeterminist și probabilist.

[17] L. de Broglie. *Interpretarea mecanicii ondulatorii*, în „La Pensée“ nr. 91/1960, p. 16.

PROBABILISMUL FILOZOFIC ŞI MECANICA CUANTICĂ

Referindu-se la teoria cinetică a gazelor, Max Born recunoaşte totuşi ceea ce teoria şi experienţa dovediseră prin lucrările lui Boltzmann : „Nu este nici posibil, nici necesar să se cunoască în amănunt mişcarea fiecăruia din nenumăraţii atomi conţinuţi într-un fragment de materie ; este suficient să se cunoască cum se comportă în medie, pentru a prezice fenomenele măsurabile. În felul acesta se introduce statistica în mecanică“ [18]. În felul acesta s-a introdus statistica matematică şi în mecanica cuantică. Nici nu era posibil altfel să se pună bazele matematice ale teoriei cinetice. Born scrie referitor la această generalizare : „Atît cît pot să văd, unica temelie a doctrinei probabilităţilor, care, cu toate că ea nu este satisfăcătoare pentru un spirit îndrăgostit de absolut, nu pare cel puţin mai misterioasă decît ansamblul ştiinţelor, este atitudinea empirică : *legile probabilităţii sînt valabile, ca şi celelalte legi fizice, în măsura în care consecinţele lor se acordă cu experienţa.* Dezvoltarea fizicii statistice este o demonstraţie a acestor vederi“ [19]. De la acest acord cu experienţa, Born părăseşte bazele ştiinţifice în teoria cuantică, cu toată valoarea deosebită a introducerii calculului probabilităţii ca instrument matematic în mecanica cuantică şi care a fost opera sa genială.

Într-un articol valoros, matematicianul Octav Onicescu scria următoarele cu privire la interpretarea ştiinţifică a introducerii calculului probabilităţii şi statistica matematică : „Probabilitatea este în numeroase împrejurări o mărime măsurabilă, normată, ataşată evenimentelor unui cîmp care corespunde unei experienţe definite. Dacă evenimentele pot fi reprezentate prin punctele, liniile sau alte elemente geometrice bine definite ale unei configuraţii geometrice, probabilităţile respective sînt reprezentate de mărimile relative ale mulţimilor de elemente care îndeplinesc o anume proprietate“ [20]. Probabilitatea nu este *o simplă* mărime convenţională, ci o mărime măsurabilă, şi prin aceasta determinată.

Limitele de aplicabilitate ale unor instrumente matematice nu constituie şi limitele posibile în cunoaştere, chiar în microfizică. După ce au fost utilizate în teoria cuantică, calculul matricial, calculul probabilităţii şi statistica matematică au stat la baza elaborării modelelor matematice în teoria ergotică, teoria măsurii, teoria informaţiei, teoria proceselor aleatorii (automatelor). Din fizică aceste instrumente matematice au trecut să fie utilizate în ştiinţele sociale, în economie şi demografie, în tehnica electronică de calcul, în programarea maşinilor de calcul electronic. În aceste ramuri ale ştiinţei nu a găsit nici un răsunet probabilismul epistemologic al nedeterminiştilor.

Într-o lucrare intitulată *Responsabilitatea savantului în lumea modernă*, Max Born îşi ia greaua răspundere de a combate unele principii fundamentale ale ştiinţei din toate timpurile. Sub influenţa principiului incertitudinii lui Heisenberg, a complementarităţii lui Bohr şi a propriului său probabilism filozofic, Max Born abandonează principiul determinismului, pe care mari savanţi ca Planck şi Einstein continuă să-l susţină în mecanica cuantică şi relativistă. După aceea recunoaşte că „matematicile ne-au dat posibilitatea de a cifra, cu precizia pe care o dorim, cantităţi fizice“ [21], şi că „legile fizicii iau forma ecuaţiilor diferenţiale care ne permit să calculăm elemente, mereu cu o precizie care ni se pare suficientă, desfăşurarea mişcării, cu condiţia să cunoaştem cu precizie starea iniţială. Această artă a profeţiei s-a confirmat în special în domeniul astronomiei“ [22]. Previziunea ştiinţifică s-a manifestat nu numai în astronomie, ci şi în chimie (Mendeleev), şi în fizica particulelor elementare. Dirac a prevăzut existenţa pozitronului, Pauli aceea a neutrinului, Yukawa pe aceea a mezonului, plecînd de la bazele teoretice ale fizicii particulelor elementare. Deci afirmaţia lui Born că determinismul se găseşte „sub o formă matematică strictă“ era deja dezminţită de fizica teoretică contemporană cu el. El contestă şi materialismului istoric al lui Marx posibilitatea de a prevedea

[18] M. Born. *„L'Experience et la theorie en physique“*, Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1955, p. 30.
[19] *Op. cit.*, p. 30.
[20] O. Onicescu. *Probleme actuale ale teoriei probabilităţilor*, în „Progresele ştiinţei“ nr. 12/1967, p. 445.
[21] M. Born. *La responsabilité du savant*, Paris, Ed. Payot, 1967, p. 90.
[22] *Ibid.*

„evoluția socială și politică a umanității", ceea ce a fost de asemenea dezmințită de revoluțiile socialiste contemporane. Max Born afirmă : „Cu toată această absență a concepției viitorului, ideea determinismului a domnit, pînă în epoca noastră, nu numai în fizică, dar, de asemenea, în alte științe ale naturii, și a exercitat o mare influență asupra filozofiei" [23]. Nu numai că a domnit în toate științele, dar ideea determinismului continuă să domnească în știință, și din ce în ce mai mult în fizică după marile descoperiri din domeniul energiilor înalte al particulelor materiale. S-au descoperit în ultimele decenii un număr mare de particule elementare, individualități cu caracteristici fizice, numere cuantice.

Împotriva realității din fizica cuantică contemporană, Max Born afirmă că „legile naturii sînt astfel că ele interzic de a descrie una sau alta dintre stări în termeni preciși, deci de a prezice viitoarele observații" [24]. Faptele dezmint această opinie a lui Born. Se cunoaște că, în teoria relativității generale, Einstein, în 1917, a calculat deviația radiațiilor cîmpurilor gravitaționale, strălucit confirmată de observările realizate apoi de cei mai mari astronomi în eclipsa solară din 1918, după cum caracterul corpuscular și ondulator al particulelor materiale (electronii, protonii etc.) prevăzut în teoria ondulatorie a lui Broglie în 1924 a fost strălucit confirmat de experiențele realizate în 1927.

Max Born respinge în bloc toate curentele filozofice și nu acceptă decît filozofia fizicienilor pozitiviști, nedeterminiști și complementariști. Cu toate acestea, el afirmă un lucru pe care orice om de știință, filozof sau fizician, îl va admite cu siguranță : „Fizica nu este vie decît dacă are conștiința interesului filozofic pentru metodele și rezultatele sale. Ea a primit mult de la filozofia tradițională, însă ea a dat de asemenea mult" [25]. Este, fără îndoială, adevărat. Marile descoperiri din fizică din toate timpurile au avut o mare influență asupra concepțiilor filozofice, după cum acestea au influențat în mod evident concepțiile în fizică. Influența are caracter de reciprocitate.

[23] *Op. cit.*, p. 91.
[24] *Op. cit.*, p. 131.
[25] *Op. cit.*, p. 110—111.

CERTITUDINI ȘI INCERTITUDINI ÎN MICROFIZICĂ

Supunînd unei analize științifice critica relației de incertitudine a lui Heisenberg

$$\Delta q_i \cdot \Delta p_i \geqslant h,$$

Louis de Broglie consideră că această relație nu indică cu nimic că particulele n-ar avea poziții și viteze determinate, înainte și după operațiile de măsurat, chiar dacă acestea nu se pot determina simultan.

Semnificația științifică a relației lui Heisenberg arată doar caracterul cuantic al realității fizice, faptul că particulele, reprezentarea lor prin poziția în spațiu q și cantitatea de mișcare p este egală cu h, constanta lui Planck din teoria cuantică sau un multiplu de h.

Relația lui Heisenberg — și cînd va fi vorba de analiză științifică a semnificației fizice a acestei realități obiective nu trebuie numită „de incertitudine" — se poate scrie și în forma

$$\Delta q_i \cdot \Delta p_i \geqslant mc.$$

Termenul al doilea fiind o constantă fizică c bine determinată și o variabilă m, această relație nu poate fi decît o relație de certitudine, și nu de incertitudine.

Louis de Broglie arată că analiza făcută în cadrul teoriei dublei soluții a mecanicii ondulatorii, cele două ecuații de undă reprezentînd una unda ψ, care, conform interpretării lui M. Born, reprezintă posibilitatea, și a doua unda μ, care reprezintă realitatea fizică, ea păstrînd întreaga semnificație fizică, relațiile de incertitudine „trebuie să fie interpretate cu precauție și să nu fie identificate ca veritabile nedeterminări" [26]. Această interpretare este științific valabilă.

Revenirea lui Broglie la pozițiile inițiale, deterministe, în interpretarea teoriei cuantice din mecanica ondulatoare a redeschis într-o formă mai ascuțită discuțiile cu fizicienii adepți ai interpretării probabilistice, nedeterministe, în teoria cuantică. „Am arătat de ce — scrie Broglie — după anii 1951—1952 am revenit la ideile

[26] L. de Broglie. *Interpretarea mecanicii ondulatorii*, în „La Pensée" nr. 91/1960, p. 37.

mele inițiale, reflexiile mele m-au dus să gîndesc că numai ele ar putea să dea o interpretare exactă a realității fizice. Desigur, nu neg valoarea previziunilor făcute cu ajutorul formalismelor care se numesc «mecanica cuantică» sau «teoria cuantică a cîmpurilor», însă gîndesc — așa cum Einstein a spus-o întotdeauna — că acestea nu dau decît o vedere statistică a fenomenelor, fără să descrie exact realitatea fizică profundă" [27].

În această epocă au apărut lucrările lui David Bohm și Jean-Pierre Vigier, care, plecînd de la ipoteza existenței unui cîmp subcuantic, au pus în discuție o nouă interpretare deterministă în teoria cuantelor, care avea drept bază principiile fundamentate de L. de Broglie în mecanica ondulatoare. În 1951 David Bohm își publică memoriile, care reiau într-o nouă interpretare îmbunătățită *teoria undei-pilot,* iar un an mai tîrziu Jean-Pierre Vigier remarcă asemănarea dintre *formula de ghidaj* utilizată în teoria dublei soluții a lui Broglie și interpretarea dată în același timp de Einstein și Darmois „mișcării obiectelor materiale în relativitatea generală cînd corpusculele sînt considerate singularități ale cîmpului" [28].

Aceste lucrări au format baza de plecare a unor studii și elaborarea noilor teorii din mecanica cuantică, care combăteau abordarea pur probabilistă și abandonarea principiilor de obiectivitate și cauzalitate care au stat la baza elaborării teoriilor inițiale din mecanica ondulatoare elaborate de Broglie și susținute de Einstein și Schrödinger. Noua interpretare a lui Bohm și Vigier avea la bază ipoteza că orice particulă este în contact direct cu un *termostat ascuns* din *mediul subcuantic,* cu care este în permanentă interacțiune și influențează starea sa fizică.

Într-o lucrare publicată în 1957 la Londra de către D. Bohm, intitulată *Causality and chance in modern phisics* și care reprezintă o sinteză a acestor noi interpretări în teoria cuantică — în introducere la această lucrare —, D. Bohm combate interpretarea probabilistă în teoria cuantelor, care „duce la abandonarea noțiunilor

[27] L. de Broglie. *La coexistence des photons et des ondes dans les rayonements électromagnetique et la théorie de la double solution,* în „Enérgie nucléa're" nr. 3/1965, p. 136.

[28] L. de Broglie, în prefața lucrării lui J.-P. Vigier *Structure des micro-objets dans l'interpretation causale de la théorie des quanta,* Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1956, p. VIII.

de cauzalitate, continuitate și realitate obiectivă a microobiectelor individuale în domeniul mecanicii cuantice. Ea duce la ideea că în acest domeniu și în altele mai profunde fizica ar fi iminent și necesar limitată la operații cu simbolurile matematice, operații efectuate conform unei metodici adecvate, care în general nu ne permite să calculăm decît comportarea probabilă a fenomenelor observabile în domeniul macroscopic" [29]. După ce expune considerațiile generale cu privire la nivelul subcuantic, pe baza cărora *întreaga materie* este supusă unor influențe care trebuie să fie luate în considerare atunci cînd se interpretează fenomenele observabile atît la nivelul microcosmic, cît și la cel macrocosmic, Bohm dă o nouă interpretare fizică relațiilor de incertitudine, care le scoate din sfera indeterminismului cuantic. De asemenea, în interpretarea funcției ondulatorii a lui Schrödinger, el nu acceptă — pe bună dreptate — că aceasta ar reprezenta numai un simbol matematic care a permis calculul unor probabilități, ci reprezintă *un cîmp obiectiv real,* cu caracteristici proprii, dar asemănătoare altor cîmpuri, cum ar fi cel electromagnetic, gravific, mesonic. Interpretare justă în fond, fiindcă orice particulă care se propagă în stare liberă, sub formă de radiații, formează cîmpuri caracteristice fiecărei particule în parte; singularitățile formează cîmpurile, fiecare avînd caracteristici specifice, care se influențează însă reciproc. Și D. Bohm conclude: „Este destul să presupunem că aceste legi noi sînt cu siguranță legi pur cauzale pentru a ne reîntoarce la mecanica deterministă, în timp ce presupunerea analoagă că ele sînt cu siguranță numai legi probabilistice ne aruncă înapoi la mecanica nedeterministă" [30]. Sensul celor spuse mai sus reflectă lupta care se dă între interpretarea deterministă și nedeterministă în mecanica cuantică contemporană.

ATOMISMUL CUANTIC ȘI ENERGETISMUL

Secolul al XIX-lea a cunoscut triumful *teoriei atomice* în chimie. Începutul secolului se deschide cu teoria ato-

[29] După traducerea publicată în colecția *Dialectica marxistă și științele moderne,* vol. III, București, Editura politică, 1962, p. 213.

[30] *Ibidem,* p. 240.

mică a lui Danton și se încheie cu lucrarea *Atomii* a lui Jean Perrin, care face un bilanț științific al marilor descoperiri ce au contribuit la afirmarea teoriei atomice ca bază a elementelor chimice, atomismul dovedindu-se o caracteristică generală în dialectica naturii. Secolul al XX-lea se deschide cu *teoria cuantică* și *teoria relativității* în fizică. Marile dezbateri științifice au conturat obiectul mecanicii cuantice sau al mecanicii ondulatoare, al fizicii matematice sau fizica energiilor înalte. *Atomismul*, descoperit mai întîi de elementele chimice, s-a extins și în domeniul elementelor fizice. Caracterul cuantic, granular al particulelor din radiațiile de orice natură, este specific și elementelor din mediul subatomic. Atomii elementelor chimice, ca și particulele elementare din radiații, se materializează prin caracterul lor cuantic, masa fiind expresia lor fizică, și prin caracterul lor relativist, care se manifestă prin spațiu și timp. Caracterul cuantic și ondulator al tuturor particulelor materiale din radiații și atomi este expresia existenței generalizate a discontinuului cuantic și a continuului spațio-temporal.

Triumful teoriei atomice în chimie a fost urmat imediat de triumful teoriei cuantice în fizică. În același timp au apărut teorii ca aceea a energetismului, care încercau să abată chimia și fizica de la atomism. Energetismul lui Oswald s-a manifestat odată cu triumful teoriei atomice, după cum energetismul lui Heisenberg s-a manifestat odată cu o altă expresie a atomismului, teoria cuantică în microfizică.

Atomismul reflectă caracterul corpuscular, cuantic al particulelor materiale, fie că este vorba de elementele chimice, fie că sînt particulele care intră în compoziția radiațiilor și cîmpurilor sau în structurile subatomice. Este expresia materialității domeniului cuantic și atomic, masa fiind o caracteristică fundamentală a tuturor particulelor, indiferent de dimensiunile lor. Unii fizicieni manifestă însă și alte păreri.

Heisenberg nu consideră cuanta ca formă primă în existența materiei și masa ca expresie a materialității, ci „...energia este substanța din care sînt făcute toate particulele elementare, toți atomii și, în consecință, toate lucrurile, și energia este ceea ce face să se miște. Energia este o substanță, pentru că cantitatea sa totală nu se schimbă, și particulele elementare pot efectiv să fie produse plecînd de la această substanță, cum o arată

numeroasele experiențe de creare a particulelor elementare. Energia se poate schimba în mișcare, în căldură, în lumină și în electricitate. Energia poate fi numită cauza fundamentală a tuturor schimbărilor din lume“ [31]. Energetismul *redivivus* într-o formă în care nici Oswald n-a susținut-o. Ce fizicieni mai consideră azi energia drept substanță ? Particulele elementare sînt particule materiale, corpuscule, cu o masă bine definită, cu numere cuantice exprimate matematic și dovedite experimental. Energia este efectul mișcării particulelor materiale, este forma principală a mișcării din microstructura materiei. Mișcarea, ca și materia, este supusă legii conservării, ca și masa și energia. Dar din aceasta nu se poate trage concluzia că energia este substanță, să se facă o confuzie atît de gravă ! Se și conclude că energia este cauza fundamentală a oricăror schimbări în lume, exact ca în epoca energetismului lui Oswald. Cauza primă este materia, efectul existenței sale este mișcarea, inclusiv una din formele sale principale de manifestare, energia. Tocmai acest idealism în fizică îl face să scrie despre *crearea particulelor elementare*, cînd se cunoaște că particulele elementare nu se creează, ele există în natură, se transformă din una în alta, sînt în permanentă interacțiune, sau pot fi transformate din una în alta cu ajutorul aparatelor de accelerare a vitezei. Căldura, lumina, electricitatea sînt forme ale energiei existente atît în radiații (particule elementare), cît și în substanțe și corpuri (atomi și molecule). Transformările dintre particule, gruparea lor în atomi, a acestora în molecule, de aici în substanțe și corpuri atrag după sine și schimbări de natură energetică, pe baza legilor universal admise ale echivalenței dintre masă și energie, ale conservării masei și energiei.

Factorul prim al existenței este materia, ca expresie a realității obiective. Principala formă de manifestare a materiei este mișcarea. Energia rezultă întotdeauna ca o manifestare a materiei în mișcare. Legătura indisolubilă dintre materie și mișcare este exprimată pentru particulele care au viteza luminii în vid prin legea echivalenței dintre masă și energie. Factorul prim va fi întotdeauna materia, mișcarea fiind rezultanta sa, tot așa cum masa

[31] W. Heisenberg. *Physique et philosophie*, Paris, Ed. Albin Michel, 1961, p. 58—59.

va fi factorul prim în orice realitate din fizică, inclusiv a particulelor de foarte mare viteză, care constituie suportul material al marilor energii.

PARTICULELE MATERIALE ȘI CÎMPURILE FIZICE

Într-o importantă lucrare, *Structure des micro-objets dans l'interprétation causale de la théorie des quanta*, publicată în 1956, Jean-Pierre Vigier face o tentativă de interpretare cauzală și obiectivă a mecanicii ondulatorii. Vigier reia, pe de o parte, lucrările lui Broglie cu privire la teoria dublei soluții din mecanica ondulatoare și care este în măsură să descrie de pe bazele determinismului comportarea obiectivă a microparticulelor, pe de altă parte lucrările publicate în 1952 de Bohm, care întăresc descrierea deterministă a microfenomenelor, a realității obiective din microcosmos. Vigier mai arată că într-o serie de memorii remarcabile, Einstein, Darmois, Grommer, Infeld ajung la aceleași concluzii în dezvoltarea teoriei relativității generale, ca și teoria dublei soluții a lui Broglie, care consideră că particulele și cîmpul sînt manifestări ale „unei realități fizice unice". Și Vigier conclude :„Cîmpul și particulele nu mai sînt în acest cadru decît aspecte diferite sau, dacă preferăm, moduri de existență distincte ale materiei în mișcare" [32].

Lupta și unitatea contrariilor, antinomia discontinuu-continuu, se realizează fizic în particule și cîmp, singularități și ansambluri și este expresia dialectică a existenței simultane a discontinuității și a continuității în structura și funcțiile microcosmosului. Caracteristicile fizice ale particulei, ale singularului sînt diferite de caracteristicile fizice ale cîmpului, ale ansamblului, tot așa cum în orice structură partea își menține caracteristicile fizice, în timp ce întregul — aici intervine legea transformării cantității în calitate — are caracteristici fizice deosebite. Aceasta este dialectica microcosmosului, a naturii microobiectelor, cu legile sale specifice, cauzale și deterministe, care nu sînt aceleași ca în natura corpurilor

[32] J.-P. Vigier. *Structure des micro-objets dans l'interprétation causale de la théorie des quanta*, Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1957, p. 68.

și sistemelor. Antinomia discontinuu-continuu se exclude în singular și se întregește în sistem.

Analiza fenomenelor din microstructura materiei arată prezența simultană a singularităților și ansamblurilor, respectiv a particulelor elementare și a cîmpurilor, care contopește într-o singură existență — respectiv fenomen — manifestările de bază la acest nivel de organizare a materiei în mișcare. În microfenomenele din domeniul radiațiilor, legea dialectică a contrariilor, care se manifestă în orice formă de existență a materiei, apare prin elementul de discontinuitate — particule și cel de continuitate — cîmp. Pentru particulele care se propagă în stare liberă, caracterul de singularitate și cel de cîmp sînt de nedespărțit și determină caracteristicile fizice ale microfenomenelor. Dacă particulele vor fi fotonii, cîmpul nu poate fi decît cel electromagnetic, dacă sînt gravitonii, cîmpul va fi cel gravific, dacă sînt mesonii, cîmpul va fi mesonic și așa mai departe. Caracterul singular, discontinuu, și de cîmp, continuu, este proprietatea fizică principală în microcosmosul radiațiilor.

De pe aceste baze David Bohm și Jean-Pierre Vigier ajung la concluzia existenței nivelului subcuantic în măsură să explice fluctuațiile la nivelul cuantic, bazată pe teoria cauzală a particulelor în permanentă interacțiune, respectiv mișcare. Autorii consideră teoria lor o bază de plecare pentru adîncirea cunoașterii fenomenelor din microstructura materiei, fenomene rezultate din formele de mișcare ale materiei. Nivelul subcuantic influențează pe cel cuantic, precum cel subatomic pe cel atomic.

Jean-Pierre Vigier conclude : „Noua interpretare se opune absolut interpretării obișnuite prin însăși semnificația pe care o atribuie noțiunii de probabilitate. Pentru Școala de la Copenhaga, probabilitatea este un element ireductibil al teoriei care limitează definitiv cunoașterea noastră a naturii. Pentru Bohr, Pauli și Heisenberg este, de exemplu, definitiv imposibil să se rezolve la nivelul cuantic problema mișcării microobiectelor individuale, ceea ce ruinează pentru totdeauna determinismul. Distribuția $P = (\psi)^2$ va fi prin natură pentru totdeauna inexplicabilă, inanalizabilă și inalterabilă, oricare ar fi condițiile fizice care ar acționa asupra particulelor. În interpretarea cauzală, din contra, nu este necesar să se intro-

ducă o astfel de limitare a cunoștințelor noastre. Cum am văzut, este posibil să se dea *un model* determinist al microobiectelor individuale care să permită să se explice distribuția $P = (\psi)^2$ a unui ansamblu de astfel de obiecte dintr-o stare dată cînd se va ține seama de acțiunea fenomenelor exterioare asupra sistemelor de particule considerate“ [33].

Calculul probabilităților poate servi în reprezentarea realității obiective dacă i se dă un caracter determinist. Dar acestui aparat matematic științific și deosebit de practic i s-a dat sensul probabilist al limitării posibilităților de a cunoaște realitatea obiectivă, fizică în acest caz, tot așa cum relația

$$\Delta q_i \cdot \Delta p_i \geqslant h$$

a fost botezată relația de incertitudine, creînd baza elaborării poziției nedeterministe în fizica cuantică.

Dar oamenii de știință care lucrează în științele experimentale, fizica, chimia, biologia, prin natura obiectelor pe care le cercetează, își pun problema descoperirii cauzelor care determină un fenomen sau altul, o schimbare sau alta, caută să examineze natura acestor cauze, modul lor de acționare și efectele la care se ajunge. Încercarea de a elimina cauzalitatea din studiul fenomenelor împinge la empirism, la pozitivism, la nedeterminism, refugiul în formalistica matematică fără conținut, în fetișizarea metodelor matematice, în a considera ecuațiile singura realitate posibilă, singura reprezentare posibilă a realității. Dar această poziție nu are nimic comun cu știința.

În *Bazele mecanicii cuantice*, D. I. Blohințev, în analiza relației de nedeterminare

$$\Delta p_n \cdot \Delta x \geqslant h,$$

arată că aceasta este o consecință fundamentală a mecanicii cuantice și aceasta reprezintă în fond principiul „cu cît este mai bine determinată valoarea coordonatelor particulare (Δx mic), cu atît este mai puțin determinată valoarea impulsului particulelor (Δp_n mare), și invers“ [34].

[33] *Op. cit.*, p. 114.

[34] D. I. Blohințev. *Bazele mecanicii cuantice*, București, Editura tehnică, 1954, p. 57.

Relația de nedeterminare sau relația de incertitudine în expresia sa cea mai generală

$$\Delta p \cdot \Delta n \geqslant h$$

a fost obiectul a numeroase verificări experimentale. Dar din toate acestea ori nu s-au putut determina coordonatele poziției particulei (Δn), și atunci n-a fost posibil să se determine impulsul, cum este cazul difracției prin forța unui ecou, ori s-a putut determina impulsul și nu s-a putut localiza particula în spațiu, cum este cazul determinării impulsului particulelor cu ajutorul frecvenței luminii difuzate sau determinarea impulsului pe baza ciocnirii a două particule elementare. Dar toate acestea arată o anumită situație a experimentării care nu poate exclude posibilitatea unei tehnici de experimentare care să permită măsurarea simultană a mai multor mărimi fizice.

Mecanica cuantică, care a apărut ca o consecință a cunoașterii mai adînci a microfenomenelor din domeniul luminii, a mișcării din domeniul particulelor elementare, a fost opusă în mod nejustificat mecanicii clasice care studiază mișcarea corpurilor, a macrofenomenelor. D. I. Blohințev conclude pe bună dreptate : „Mecanica cuantică are a face cu obiecte principial noi, care nu se supun legilor clasice de mișcare a punctelor materiale. În legătură cu aceasta trebuie observat că denumirea înrădăcinată — *relația de nedeterminare* — este nepotrivită, întrucît această relație, fiind statistică, reprezintă o relație perfect determinată a unor mărimi perfect determinate, anume a abaterilor pătratice medii. În denumirea de *nedeterminare* se subliniază numai partea negativă a faptelor — inaplicabilitatea noțiunilor clasice la mișcarea microparticulelor, adică concepția *nedeterminării* apare numai prin aplicarea nejustificată a mărimilor clasice la obiecte noi prin natura lor“ [35].

Criza în fizica teoretică apărută în deceniul al treilea al secolului al XX-lea a fost determinată de faptul că la descoperirea fenomenelor din fizica microparticulelor s-a încercat să se aplice legile cunoscute din mișcarea punctelor materiale din mecanica clasică, abstractizare necesară generalizării legilor mișcării din domeniul corpurilor, a macro-fenomenelor. Descoperirea de către Heisenberg

[35] *Op. cit.*, p. 59.

a relației de incertitudine și discuțiile din 1927 de la Consiliul Solvay al fizicienilor au constituit baza de plecare pentru orientarea analizei din microfizica teoretică spre incertitudine și probabilism, spre exclusivismul matematic în fizică, cu tendința de a înlătura fizica experimentală, care a fost declarată imprecisă și incapabilă să reflecte realitatea fizică. Indeterminismul exclude posibilitatea unor concluzii teoretice valabile, pe baza experimentării.

Cînd știința și tehnica au reușit să obțină rezultate deosebite, cum sînt fisiunea și fuziunea atomică, studiul ciocnirilor dintre particulele elementare în acceleratoarele de particule, cînd reacțiile nucleare au fost obiectul nu numai al unor studii teoretice, atît de fertile dealtfel fiindcă au permis lui Pauli să prevadă existența neutrinului, lui Dirac a pozitronului, lui Jukava a mesonului, dar și al unor experimentări de mare valoare științifică, nu se mai poate susține ineficacitatea previziunii teoretice, incapacitatea de a se cunoaște realitatea fizică din domeniul microobiectelor. Werner Heisenberg, într-un articol publicat în 1963, încearcă să abată din nou microfizica teoretică de pe calea care a dus-o la atîtea rezultate : „Trebuie să formulăm matematic legile naturii care stau la baza fenomenelor observate și apoi să arătăm că din legile strict formulate ale naturii rezultă într-adevăr toate cele observate. Putem spera că legile fundamentale se vor dovedi, la urma urmelor, simple, deși nu există nici un fel de temei care să ne facă să ne gîndim că această speranță se va realiza“ [36]. Acest imperativ „trebuie să formulăm matematic“ arată că refugiul în spatele ecuațiilor este ultima încercare de a salva incertitudinea și nedeterminismul în microfizica teoretică.

Formularea matematică a teoriei este foarte valoroasă dacă poate să reprezinte o realitate fizică, dar nu este unica interpretare teoretică și nici *sine qua non* în elaborarea teoriilor și a legilor. Calculul matematic permite să prezentăm forma cea mai generală a teoriei, dar care nu poate fi declarată drept unica formă de generalizare. Abstractizarea matematică a adus mari servicii în teoria cunoașterii, dar în același timp abstractizarea în sine a

[36] W. Heisenberg. *Starea actuală a teoriei particulelor elementare,* în vol. *Materialismul dialectic și științele naturii,* vol. IX, București, Editura politică, 1966, p. 30.

împins uneori știința pe căile sterile ale nedeterminismului, ale agnosticismului.

Întreaga dezvoltare a fizicii teoretice și experimentale din ultimele trei decenii a fost o confirmare strălucită a pozițiilor deterministe ca bază a cercetării în științele naturii. Obiectivitatea și cauzalitatea care stau la baza fenomenelor din univers, a realității fizice sau a oricăror altor realități trebuie să stea la baza cercetărilor din științele pure sau experimentale dacă vrem ca acestea să exprime realitatea obiectivă.

Într-un articol publicat în 1964, *Sistemele dinamice în fizică și biologie,* Norbert Wiener, fondatorul cibernetici ca știință, consideră că o teorie generală în fizică poate fi realizată prin contopirea teoriei cuantice cu teoria relativității. La baza acestei contopiri, a sintezei celor două teorii, trebuie să stea principiile determinismului. „Fără îndoială că fizica cuantică este numai o descriere în linii mari a fenomenelor microcosmosului și că ea este strîns legată de teoria clasică a determinismului, în care orice indeterminism apare numai pentru că la fenomene de proporții mai mici nu putem aplica alte metode decît cele statistice. În această teorie a determinismului, multe din dificultățile principale ale teoriei relativității vor dispărea, întrucît microsistemul de care am vorbit va descrie mutațiile continue, dar efectele de lungă durată vor fi excluse. În legătură cu aceasta aș vrea să amintesc lucrarea profesorului T. L. Singe din Dublin și a grupului al cărui nucleu îl formează Broglie, Vigier și Bohm“ [37]. În această interpretare deterministă care va descrie *mutațiile continue* ale microsistemului, în care „apariția și dispariția particulelor «elementare» vor fi legate de însăși natura transformărilor cuantice“ [38], omul de știință, fără să declare, utilizează legile de bază ale materialismului dialectic, materia în continuă mișcare. Toate acestea arată că obiectivitatea și cauzalitatea, cuantificarea și relativitatea sînt principiile de bază ale determinismului științific, baza oricăror cercetări obiective ale universului.

[37] N. Wiener. *Sistemele dinamice în fizică și biologie,* în vol. *Materialismul dialectic și științele naturii,* vol. IX, București, Editura politică, 1964, p. 133.

[38] *Ibid.*

O NOUĂ AFIRMARE A DETERMINISMULUI ÎN MECANICA CUANTICĂ

În 1948, un tînăr savant fizician american Richard P. Feynman concepe o nouă metodă matematică în măsură să fie utilizată pentru studiul problemelor atît de disputate din mecanica cuantică. Introducerea integralelor de traiectorie a permis în același timp o ingenioasă reprezentare grafică în teoria particulelor. Tratarea particulelor ca particule, și nu ca unde, permite elaborarea unor grafice (hărți), folosind conceptele fundamentale ale teoriei cuantice și ale teoriei relativității. Aceste reprezentări sînt cuadridimensionale, deși autorul elaborează graficele raportîndu-le la două dimensiuni, una spațială și alta temporală.

Examinînd critic conceptele fundamentale din mecanica cuantică, așa cum au fost tratate de predecesorii săi, Feynman scutură aceste concepte de interpretarea lor pozitivistă, le dă un caracter științific. În primul capitol al lucrării *Mecanica cuantică și integralele de traiectorie*, în care tratează despre conceptele fundamentale ale mecanicii cuantice, el arată că „conceptul probabilității nu este alterat în mecanica cuantică“ [39]. El arată că la dimensiunile atomice ceea ce s-a schimbat, și s-a schimbat radical, este metoda de calcul al probabilităților. Această concepție științifică de aplicare a calculului probabilităților, în condițiile mediului cuantic al particulelor materiale, la întreaga gamă a particulelor de la protoni pînă la atomi nu are nimic comun cu probabilismul agnostic acceptat ca bază de calcul matematic în mecanica cuantică de către adepții Școlii de la Copenhaga.

Aceeași poziție o are Feynman și față de principiul de incertitudine al lui Heisenberg : „Expunerea originală a principiului incertitudinii al lui Heisenberg nu este în forma pe care noi am utilizat-o aici“ [40]. Tocmai forma nedeterministă a prezentării acestui principiu este abandonată în această prezentare grafică matematică cu caracter cuantic relativist. După prezentarea unor experimente, R. Feynman conclude că „principiul de incer-

[39] R. P. Feynman, A. R. Hibbs. *Quantum Mechanics and Path Integrals*, New York, Mc. Graw-Hill Book Company, 1965, p. 2.

[40] *Op. cit.*, p. 9.

titudine nu este «probat» în astfel de experimente“, după cum „nimeni n-a găsit vreun experiment limitat măsurătorilor“, așa cum implică acceptarea nedeterminismului, tot așa cum legile mecanicii cuantice guvernează în lumea microobiectelor, iar „afirmarea acestor legi a fost confirmată din nou și din nou cu o mare precizie“ [41].

R. Feynman face apoi o largă prezentare a sistemului de calcul pe baza integralelor de traiectorie, calcul care îi va permite „să măsoare numai coordonatele poziției și timpului“ [42]. El arată că, în fond, determinarea poziției este suficientă pentru a descrie orice fenomen, tot așa cum „un sistem poate fi descris în termenii momentului și energiei“. Toate acestea sînt contrare afirmațiilor din teoria complementarității. Calculul matematic și, pe această bază, elaborarea reprezentărilor grafice au fost atît de convingătoare, încît aceste principii au fost repede însușite în microfizica teoretică, ca o bază nouă de calcul în teoria cuantică. Metoda de calcul al integralelor de traiectorie este aplicată cu succes în electrodinamica cuantică, în mecanica cuantică a cîmpului, în mecanica cuantică atomică sau nucleară, ceea ce arată că prin această metodă matematică sîntem în măsură să obținem reprezentări ale realității fizice din domeniul microcosmic.

Unul din argumentele agnosticismului în fizică era faptul că nu e posibil să se studieze particulele materiale luate în mod individual. Această situație a fost depășită de cînd marile acceleratoare de viteză a particulelor materiale și perfecționatele camere cu bule, precum și ultrafotografia de mare sensibilitate au reușit să prindă pe peliculă șocurile și traiectoriile particulelor rezultate. Dar oamenii de știință își propun acum să exprime realitatea obiectivă a microparticulelor materiale. În această privință savantul maghiar atomist L. Jánossy scria într-un articol în care examina problema undă-corpuscul : „Pentru a ajunge la mecanismul unui foton individual va trebui să încercăm să formulăm ecuațiile neliniare care domină cîmpul electromagnetic“ [43].

[41] *Op. cit.*, p. 13.

[42] *Op. cit.*, p. 96.

[43] L. Jánossy. *Le problème onde-corpuscule*, publicat în *Recherches internationales a la lumière du marxisme*. „Cahier“ nr. 4/1957, sept.-oct. — *Physique. Quelques problèmes philosophiques*, Ed. „Nouvelle Critique“, p. 50.

După descoperirea radiației stimulate laser, manipularea de către om a fotonilor de lumină în scopul de a obține radiații coerente, cu aplicații atît de importante în cercetarea științifică, medicină și tehnică, agnosticismul în fizică a pierdut terenul în acest domeniu, care a fost mult timp speculat de ei. După cum descoperirea efectului Mössbauer al absorbției fără recul de către nucleul atomic a rezonanței gama și emisiunii de fotoni — după care s-au pus bazele unei noi spectroscopii, denumită gama rezonanță, G.R. — cu multe aplicații în știință și tehnică, în fizica corpului solid și în chimie, a avut o deosebită însemnătate pentru știință.

O interpretare originală a funcției de undă a fost făcută în același articol de Jánossy : „Astfel pare rezonabil a presupune că funcția undei ce descrie o particulă care se separă în două descrie mai întîi descompunerea reală a particulei ; dar în mod gradat, particula ia o direcție determinată, după care funcția undei lui Schrödinger — care rămîne descompusă — încetează să se raporteze la comportamentul unei singure particule și începe să descrie comportamentul statistic al multor particule“ [44].

Cele mai noi analize ale domeniului cuantic conclud că între *mecanica ondulatorie* și *mecanica cuantică* există domenii comune, care treptat, cu fiecare nouă descoperire, le apropie pînă la contopire. Caracterul corpuscular (Newton) și ondulator (Huygens-Fresnel) al radiațiilor luate cîteva secole ca proprietăți separate se contopesc în caracterul corpuscular-ondulator al luminii (Einstein) și al particulelor materiale (Broglie). Atît mecanica ondulatorie elaborată de L. de Broglie și E. Schrödinger, cît și mecanica cuantică elaborată de Heisenberg și Born pleacă de la caracterul corpuscular-ondulator al radiațiilor în acel domeniu care a fost numit cuantic.

Bazele teoretice ale mecanicii ondulatorii și cuantice au fost elaborate separat, dar aproape în același timp. Profesorul Ioan Ursu face această remarcă : „Cele două metode au fost descoperite, practic, concomitent, în anii 1925—1926. Curînd după aceea s-a demonstrat că ele sînt în întregime echivalente, atît din punctul de vedere al cadrului matematic, cît și al conținutului de idei fizice“ [45].

[44] *Op. cit.*, p. 53—54.

[45] I. Ursu. *Energia atomică*, București, Editura științifică, 1973, p. 52.

Deși în jurul celor două interpretări ale mecanicii din domeniul microobiectelor s-au purtat mari dispute științifice, se poate afirma că mecanica microobiectelor este cuantică și ondulatoare, că relația lui Broglie și funcția de undă a lui Schrödinger, ca și relațiile cuantice ale lui Heisenberg stau la baza existenței în domeniul subatomic, al radiațiilor și cîmpurilor. Aceasta poate fi *mecanica particulelor*, după cum mecanica clasică este *mecanica corpurilor*. Contopirea mecanicii ondulatoare și a mecanicii cuantice în mecanica particulelor se va realiza din momentul în care se vor elucida complet problemele care au făcut obiectul marilor discuții științifice din secolul nostru.

Cercetarea științifică, teoretică și experimentală, pătrunde adînc în domeniul fizicii microobiectelor, această realitate atît de prezentă în marile dispute din zilele noastre dintre fizicienii determiniști și nedeterminiști, dintre materialismul științific și pozitivismul agnosticist. Din această luptă uriașă de idei se va naște o nouă bază epistemologică, o nouă mecanică, aceea a particulelor.

O MASĂ ROTUNDĂ DESPRE MECANICA CUANTICĂ ȘI RELATIVISTĂ

Cu ocazia împlinirii a zece ani de la moartea lui A. Einstein, UNESCO a organizat în 1965, la Paris, un colocviu intitulat *Știință și sinteză*, care a permis să se întrunească în jurul mesei rotunde oameni din științele naturii și filozofi. Una dintre cele patru tematici puse în discuție avea ca temă determinismul și nedeterminismul. Conducerea discuției a fost încredințată lui W. Heisenberg, care în alocuțiunea sa de deschidere arată că Einstein „ezita să adopte un nedeterminism fundamental“ [46]. Erau în jurul aceleiași mese rotunde adepți ai nedeterminismului ca : Heisenberg, D. Costa de Beauregard, care de la primul cuvînt a ținut să precizeze : „Fac parte din clanul probabiliștilor“, B. Espagnat și susținători ai concepției deterministe, ca J.-P. Vigier, A. Matveiev, T. Ulmo și alții, care caută, ca R. P. Dubarle, „alte scheme de realizare a unei rațiuni suficiente“, sau Jean-Louis

[46] *Science et synthèse*, Collection *Idées*, *NRF*, Paris, Ed. Gallimard, 1967, p. 253.

Destouches, care lasă ca „fiecare să aprecieze valoarea acestor scheme".

În scurta sa alocuțiune de deschidere, W. Heisenberg pune problema interpretării legilor cuantice, așa cum a fost ea realizată de așa-numita Școală de la Copenhaga. După această interpretare, „obiectele matematice pe care noi le culcăm pe hîrtie nu ne spun nimic despre situația obiectivă a naturii, însă, din contra, ele afirmă ceva despre potențialități, despre probabilități" [47]. Abstractizarea matematică poate fi de domeniul *rațiunii pure*, și atunci formează obiectul limitat al științei matematice, sau poate să exprime, prin ecuații algebrice, reprezentări geometrice, calcul al probabilităților, calcul vectorial sau alte instrumente matematice, legi care guvernează realitatea obiectivă. Această matematică care reflectă *realitatea obiectivă* este aceea care interesează în primul rînd pe fizicieni, chimiști, biologi, economiști și, desigur, tot atît de mult pe matematicieni. Istoria științei este plină de exemple cînd fizicienii au elaborat instrumente matematice pentru a putea interpreta, generaliza legi descoperite din natură, așa cum au procedat Newton și Leibnitz, care au pus bazele calculului integral și diferențial, sau matematicieni care au elaborat metode matematice care ulterior au fost utilizate în științele naturii pentru interpretarea unor fenomene existente în natură, în univers, așa cum, de exemplu, calculul tensorial și geometria neeuclidiană au servit teoriei relativității și unor interpretări cosmologice, sau chiar calculul matricial, care a fost pus la baza mecanicii cuantice.

Este neîndoielnic că orice calcul matematic care exprimă o situație obiectivă din natură exprimă o potențialitate. Exprimă și o probabilitate dacă sîntem în domeniul naturii în care își găsesc aplicabilitate legile statistice. Nu orice potențialitate este și probabilitate. Potențialitatea are o sferă generală de aplicabilitate la fenomenele din natură, în timp ce probabilitatea are o sferă limitată, acolo unde intervin ansambluri, mulțimi. Dar iată cum prezintă în final W. Heisenberg poziția lui A. Einstein în aceste probleme : „În centrul acestei interpretări a teoriei cuantice se găsește introdus conceptul de potențialitate — ca în vechea teorie aristotelică — sau probabilitatea, pentru a folosi un limbaj mai modern. Și problema este că întreaga noastră schemă matematică trimite la potențialitate ; nu la realități ; nu este realistă în sensul vechi. Aceasta Einstein n-a vrut s-o admită pentru că, spunea el, trebuie să existe o natură obiectivă care există chiar dacă noi nu vorbim de ea, chiar dacă noi nu o cunoaștem ; ea este peste tot și pe ea trebuie să fim capabili să o descriem" [48]. În fizică — ca și în filozofie — s-au format două curente de bază : fizicienii care susțineau că există o natură obiectivă și care formează curentul determinist (în filozofie acest curent este cel al materialismului științific) și fizicienii care considerau că există numai potențialități (altădată susțineau că există doar energetism), că nu există o situație obiectivă în natură, că totul este probabilism și incertitudine, care formează curentul nedeterminist în fizică și pozitivist în filozofie. La această masă rotundă părțile au stat față în față, ceea ce este indicat și util ; au dezbătut academic argumentele celor două curente care luptă pentru a domina în fizica contemporană.

D. Costa de Beauregard are „o îndoială foarte serioasă asupra necesității de a presupune că lumea este supusă legilor determinismului" [49]. B. d'Espagnat consideră că „chestiunea pe care o pune mecanica cuantică nu este aceea a determinismului sau a nedeterminismului, cît aceea de a ști dacă știința noastră este compatibilă cu o concepție realistă" [50]. Compatibilitatea științei cu concepția realistă pune în discuție însești rolul și scopul științei. Oamenii de știință din toate timpurile au studiat în primul rînd natura, au căutat explicațiile, legile fenomenelor din natură, au elaborat metode de utilizare a forțelor naturii pentru nevoile societății ; toate acestea se pot realiza numai pe baza unei concepții realiste.

Realitatea obiectivă există indiferent de concepțiile oamenilor de știință cu privire la ea. Progresul în teoria cunoașterii, în dezvoltarea științei va fi realizat de acei oameni de știință care încearcă să o descrie, o observă în manifestările ei, experimentează pentru a verifica, interpretează teoretic și generalizează în legi și teorii cunoștințele realizate într-o epocă dată, se apropie cît mai

[47] *Op. cit.*, p. 254.

[48] *Op. cit.*, p. 254.
[49] *Op. cit.*, p. 256.
[50] *Op. cit.*, p. 268—269.

mult de o reprezentare cît mai exactă a realității obiective din natură și societate. Materialism și idealism, determinism și nedeterminism sînt expresii ale luptei pentru cunoașterea naturii, care deschide căile utilizării forțelor sale în slujba omenirii. „Discuțiile pe care le avem azi — declara W. Heisenberg la această masă rotundă — asupra determinismului și nedeterminismului durează, de fapt, aproape fără schimbare, de treizeci de ani, din ziua în care Einstein și Bohr le-au abordat la Bruxelles“ [51]. Considerînd concepțiile teoriei cuantice efectiv complete, W. Heisenberg se menține pe pozițiile nedeterminismului, cu toată revenirea fermă a părintelui mecanicii ondulatorii, Louis de Broglie, pe pozițiile determinismului în teoria cuantică și a orientării marii majorități a fizicienilor din epoca descoperirii masive a particulelor materiale către realitatea obiectivă din natura fizică.

Deși W. Heisenberg afirmă în aceste discuții că în mecanica newtoniană conceptele despre coordonate, viteze, mase etc. sînt „perfect exacte și orice încercare de ameliorare este pur și simplu absurdă“ [52], în alte domenii ale naturii reprezentate de teoria cuantică și teoria relativității este, desigur, adevărată mecanica cuantică și relativistă. Conceptele în mecanica newtoniană, clasică, și mecanica cuantică sînt diferite pentru că ele se referă la fenomene diferite. Problema este însă aceea dacă admitem că principiile generale ale determinismului sînt valabile atît în mecanica newtoniană, cît și în mecanica cuantică, că aplicarea lor diferă ; legile care exprimă realitatea fizică sînt diferite tocmai fiindcă domeniile examinate sînt diferite. Ceea ce este comun în toate fenomenele naturii este baza lor materială, cauzalitatea și determinismul. Legile elaborate pe baza concepției deterministe în mecanica clasică și care sînt unanim acceptate de fizicieni arată tocmai că legile care trebuie să exprime realitatea obiectivă din mecanica cuantică și mecanica relativistă trebuie să aibă la bază concepția deterministă, așa cum o aveau și fondatorii acestor mari teorii. Dealtfel, Louis de Broglie, în expunerea sa la aceste dezbateri la tema *Albert Einstein și coexistența undelor și corpusculelor*, arăta că la Consiliul de fizică

[51] *Op. cit.*, p. 273.
[52] *Op. cit.*, p. 272.

Solvay, ținut la Bruxelles în octombrie 1927, Einstein l-a încurajat, cu toate că avea unele rezerve cu privire la justificarea ideilor expuse : „Cu toate acestea, dv. sînteți pe drumul cel bun“ [53]. Iar cînd Einstein a aflat în 1951—1952 de revenirea lui de Broglie, „el a fost foarte fericit și mi-a trimis încurajările sale, transmițîndu-mi printr-un prieten, în semn de simpatie, una din ultimele sale fotografii“ [54]. Și Broglie expune din nou, succint, baza teoretică a mecanicii ondulatorii : „Am avut întotdeauna o idee, conformă, cred, cu aceea a lui Einstein, că dublul aspect corpuscular și ondulator al luminii și al materiei implică existența reală și simultană a undelor și corpusculelor foarte intim legate“ [55].

Această concepție a realității microfizice respinge atît principiul de incertitudine al lui Heisenberg — dar nu relația descoperită de el —, cît și teoria complementarității a lui Bohr, întreaga concepție neopozitivistă a Școlii de la Copenhaga. Max Born, unul din inițiatorii și susținătorii nedeterminismului în mecanica cuantică, scrie într-o lucrare publicată acum zece ani : „Știu foarte bine că mari savanți, pe care-i admir, ca Planck și Einstein, țineau la ideea de determinism și că încă azi unii se mențin“ [56]. Unii s-au menținut, alții au revenit și mulți tineri savanți au pășit în fizica atomică și nucleară, în fizica particulelor elementare, în electrodinamica cuantică, în mecanica cuantică, în mecanica relativistă, pe căile determinismului științific.

La masa rotundă organizată de UNESCO, una din intervențiile foarte controversate a fost aceea a lui Matveiev, care în expunerea sa a făcut asemenea aprecieri : „Aprob în principiu interpretarea dată la Copenhaga a mecanicii cuantice, însă nu pot admite că această interpretare înseamnă nedeterminism“ [57]. Și, mai departe, el afirmă : „Singurul scop al cercetării științifice este descoperirea legilor. Existența legilor care ne permit să prevedem desfășurarea evenimentelor este expresia existen-

[53] *Op. cit.*, p. 160.
[54] *Op. cit.*, p. 162.
[55] *Op. cit.*, p. 159.
[56] M. Born. *La responsabilité du savant dans le monde moderne*, Paris, Payot, 1967, p. 93.
[57] *Science et synthèse*, Collection *Idées, NRF*, Paris, Ed. Gallimard, p. 261.

ței cauzalității. Bineînțeles, fiind vorba de legi statistice, cauzalitatea n-are același sens ca în cazurile legilor dinamice. Semnificația cauzalității depinde de asemenea de caracteristicile descrierii“ [58]. Toate acestea sînt exacte, dar reprezintă contrarul a ceea ce susține Școala de la Copenhaga, adversara intransigentă a cauzalității. Este de neînțeles și încheierea intervenției sale : „Iată de ce nu pot să admit că interpretarea mecanicii cuantice dată la Copenhaga înseamnă nedeterminism“ [59].

Pentru că această încheiere a apărut bizară chiar și lui Heisenberg, acesta a răspuns imediat ce înțelege prin termenii *determinism* și *nedeterminism*. Luînd drept exemplu faptul că nu se poate preciza cînd un atom de radium se va dezintegra emițînd o radiație alfa, se întreabă : „Este posibil să se prezică momentul cînd această radiație va fi emisă ? Și trebuie răspuns : nu putem face precizări și diferența între teoria cuantică și teoria anterioară constă în faptul că noi am abandonat în cercetare parametrii capabili de măsură și, prin aceasta, să prezicem mai mult decît ne permite teoria cuantică. Aceasta este singura manieră în care fizicienii cuantici utilizează în general termenul de «nedeterminism». Este un fel bun de a-l utiliza ? Mărturisesc că nu știu“ [60]. Această îndoială este în contradicție cu tot ce a spus în toată activitatea sa Heisenberg. Să fie oare o declarație de circumstanță sau un semn că marile descoperiri din fizica particulelor elementare, interpretările teoretice noi din mecanica cuantică clatină ultimele baze ale nedeterminismului ?

Într-o nouă intervenție în jurul mesei rotunde de la UNESCO, W. Heisenberg declară că tot ce s-a produs nou în fizica particulelor elementare n-a schimbat cu nimic principalele chestiuni ale teoriei cuantice așa cum a fost concepută de grupul probabiliștilor. Cu toate acestea, în intervențiile adepților Școlii de la Copenhaga, la această tribună — observă J.-P. Vigier — nu există un acord asupra problemei de fond : „Este chestiunea obiectivității lucrurilor, independent de observatori“ [61].

[58] *Op. cit.*, p. 262.
[59] *Op. cit.*, p. 262.
[60] *Op. cit.*, p. 263.
[61] *Op. cit.*, p. 271.

Acest principiu de bază al existenței a fost contestat de nedeterminiști, care neagă realitatea fizică, respectiv realitatea obiectivă. Max Born prezintă poziția nedeterminiștilor în această chestiune cum nu se poate mai clar : „Legile gîndirii fizice nu sînt abstracții trase din experiență, ci ideile, invențiile marilor gînditori“ [62]. Deci legile fizice nu exprimă realități fizice, afirmă Born, ci doar ideile unor gînditori, fără îndoială ale unor gînditori care, deși nu se vor în tabăra empirismului, se regăsesc în întregime în idealismul cel mai clasic, pe care nimeni n-a mai avut curajul să-l reia în forma pe care l-a lăsat Berkley. Singurele realități care există pentru nedeterminiști sînt ideile gînditorilor și formulele matematice, așa cum sînt prezentate de Heisenberg și Born, acesta din urmă considerînd că „matematicile nu sînt altceva decît studiul structurii gîndirii“ [63], și nu studiul realităților obiective.

Așa cum pun nedeterminiștii aceste probleme, observatorii nu țin seama de obiectivitatea lucrurilor, măsurătorile nu sînt reale din cauza intervenției aparatelor, calculul matematic nu exprimă realități fizice, există doar idei, și nu realități obiective. Acesta constituie întregul arsenal al curentelor idealiste, de la pozitivism la empirism.

În răspunsul pe care Matveiev i l-a dat lui Heisenberg la masa rotundă arăta că „chestiunea determinării momentului exact al tranziției nucleului n-are nici o semnificație din punct de vedere fizic“ sau „cauzalitatea integrală a desfășurării evenimentelor considerate este de netăgăduit“ și conclude că „imposibilitatea de a prezice momentul dezintegrării nu este o probă a nedeterminismului acestui fenomen“ [64].

Poziția adepților Școlii de la Copenhaga la masa rotundă de la UNESCO a fost uneori confuză, alteori instabilă. Este semnul că mecanica cuantică, bazată pe principiile nedeterminismului și complementarității, se clatină din temelii sub loviturile date de noile interpretări ale mecanicii cuantice, care pornesc de la faptul că

[62] M. Born. *La responsabilité du savant...*, p. 156—157.
[63] *Op. cit.*, p. 163.
[64] *Science et synthèse*, p. 266 și 267.

legile statistice reprezintă în domeniul mișcării ansamblurilor realitatea obiectivă, tot așa cum legile dinamice o reprezintă în domeniul mișcării corpurilor.

INTERPRETAREA CAUZALĂ ÎN MECANICA CUANTICĂ

Max Born, în *La responsabilité du savant...*, declară : „Această nouă mecanică, la geneza căreia am colaborat de asemenea, ruinează o alta din categoriile apriori ale lui Kant : cauzalitatea. În fizica clasică aceasta a fost întotdeauna interpretată într-un sens determinist. Mecanica nouă nu este deterministă, ci statistică“ [65].

Mecanica nouă, ca și cea clasică, mecanica cuantică, ca și mecanica rațională, mecanica particulelor sau mecanica corpurilor sînt deterministe ; ceea ce le diferențiază este instrumentul de calcul matematic, și acesta nu poate influența aplicabilitatea în domeniul lor a principiului cauzalității. Calculul infinitezimal, integral și diferențial este instrumentul matematic în măsură să reflecte fenomenele din mecanica corpurilor, iar calculul probabilităților și statistica matematică din mecanica microobiectelor. Sînt două niveluri structurale diferite în care nu numai aparatul matematic este deosebit, ci și legile specifice ale cauzalității. Încercarea de a aplica în mecanica cuantică a legilor, cauzalitatea din mecanica clasică este greșită și aceasta a provocat confuzie printre fizicienii nedeterminiști. Dealtfel, Max Born scrie : „Noțiunea fundamentală actual respinsă este cauzalitatea, așa cum o formulau legile lui Newton, sau, mai exact, determinismul“ [66]. Noțiunea fundamentală de cauzalitate este valabilă la toate nivelurile. Ceea ce nu este valabil este să se considere legile specifice fiecărui nivel aplicabile la alt nivel, tot așa cum legile de mișcare a corpurilor terestre sau astrale, de care se ocupă mecanica newtoniană, nu pot fi identice cu legile cuantice din domeniul particulelor materiale, a microobiectelor.

[65] M. Born. *La responsabilité du savant...*, p. 159.
[66] *Op. cit.*, p. 131.

Legile mecanicii corpurilor, descoperite de Galilei, Newton, Laplace, au pus bazele mecanicii raționale și au rămas valabile pînă în zilele noastre, fiind verificate în toate fenomenele naturii de la acest nivel. Legile mecanicii cuantice și relativiste, așa cum au fost descoperite de Planck, Einstein, Broglie, Schrödinger, Bohr, Heisenberg, Dirac, sînt valabile în domeniul microobiectelor și sînt în concordanță cu principiile cauzalității universale și ale determinismului.

Dar Max Born mai încearcă să creeze confuzie și atunci cînd enunță teza înlocuirii noțiunii de cauză cu aceea a procesului de atribuire : „Noțiunea de cauză este un vestigiu al vechilor forme de gîndire, și în zilele noastre este înlocuită de procesul de atribuire de care am vorbit. Acest proces conduce la structuri care sînt comunicabile, controlabile, deci obiective“.

Dacă structurile sînt obiective și nu dependente de observator, cum susțin, de regulă, nedeterminiștii, atunci noțiunea de cauză nu este un vestigiu, ci un principiu cu caracter universal, cu aplicabilități specifice nivelurilor de organizare structurală a materiei.

Domeniul cuantic a fost și va fi mai greu accesibil din cauza microdimensiunilor structurale și a macrodimensiunilor numerice, chiar în spații restrînse. S. Vonsovski și G. Kurganov relevau tocmai asemenea aspecte : „Dependența cauzală a fenomenelor se descoperă aici sub o formă mult mai completă și contradictorie, și aceasta pentru că cunoștințele noastre ating un număr mult mai mare de legături și raporturi caracteristice mișcării microobiectelor materiale“ [67]. Complexitatea dependenței cauzale a fenomenelor cere și o analiză mai profundă, precum și instrumente teoretice și practice, matematice și tehnice mai rafinate, mai subtile. Autorii scriu mai departe : „Prima trăsătură fundamentală a teoriei cuantice, formulată sub această formă generală, are aerul puțin cam abstract, dar ea se concretizează, dacă ne întoarcem spre celelalte două trăsături — atomismul fenomenelor micro-

[67] S. Vonsovski și G. Kurganov. *Lois dynamiques et statistiques*, în *Recherches internationales à la lumière du marxisme*, „Cahier“ nr. 4/1957, sept.-oct. — *Physique. Quelques problemes philosophiques* — Ed. „Nouvelle Critique“, p. 168.

scopice și dubla lor natură, în același timp corpuscular și de cîmp" [68].

Trăsăturile abstracte ale teoriei cuantice nu exclud cauzalitatea, fac doar mai dificilă descoperirea legilor și realizarea observării și a experimentării. Materia nu este numai inepuizabilă ca dimensiuni, dar și ca manifestări, ceea ce determină ca fenomenele să fie mai complexe, mai greu accesibile, dar nu inaccesibile cunoașterii lor.

În studiul de structură a microobiectelor în interpretarea cauzală în teoria cuantelor, Jean-Pierre Vigier, analizînd interacțiunile dintre particule, considera că „teoria microobiectelor în interacțiune... joacă un rol esențial în noua interpretare. Ea a permis d-lui David Bohm să elaboreze o teorie cauzală despre măsură, care acoperă postulatele d-lor N. Bohr și Heisenberg asupra rezultatelor măsurilor în teoria probabilistă. Astfel pot fi înlăturate principalele obiecții opuse de adversarii determinismului față de interpretarea cauzală și poate fi înțeleasă în același timp una din însușirile esențiale ale materiei la nivelul de organizare considerat : schimbul de energie prin cuantă între sistemele de microobiecte în interacțiune" [69].

M. Planck a arătat că din studiul radiației corpului negru rezultă că schimbul de energie se face prin cuante, iar N. Bohr arată în descrierea modelului cuantic al atomului că trecerea electronilor de pe o orbită pe alta se face prin emisiunea de radiații exprimate prin numere întregi de cuante. Se poate trage o concluzie generală că toate interacțiunile dintre particule au loc prin schimb de cuante, de particule, așa cum o dovedesc azi toate reacțiile nucleare, toate reacțiile-interacțiunile dintre particule, de la cuantele de lumină, fotonii, la nucleele atomice, nucleonii. Interpretarea cauzală a fenomenelor cuantice a căpătat confirmarea în practica fisiunii și fuziunii atomice, în ciocnirile de particule din marile acceleratoare de viteză, în emisiunea stimulată a laserilor.

[68] *Ibid.*

[69] J.-P. Vigier. *Structure des micro-objets dans l'interpretation causale de la théorie des quanta*, Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1956, p. 153.

În expunerea intitulată cu totul semnificativ *La physique quantique restera-t-elle indéterministe ?* după ce arată contribuția lui Bohm și Vigier la revenirea sa definitivă pe pozițiile determinismului cuantic, de Broglie atrage atenția asupra faptului că „trebuie evitat pericolul ca o încredere prea mare în interpretarea probabilistă a fizicii cuantice să nu se termine prin a o face sterilă" [70].

Discuțiile dintre cele două curente în fizica cuantică înclină puternic balanța spre interpretarea cauzală în domeniul cuantic. Nuanțele de *interpretare* a adepților Școlii de la Copenhaga au devenit însă mai subtile.

Max Born fixează exact poziția Școlii de la Copenhaga în problema cauzalității. Ca și el, Bohr, Heisenberg și alți adepți ai acestei școli au respins cauzalitatea din legile statistice. Matveiev, care se declară de acord cu existența legilor, deci și a celor statistice, care sînt expresia existenței cauzalității, nu poate schimba fața nedeterminiștilor, care contestă în primul rînd cauzalitatea.

Într-un articol scris în 1932 și completat în 1937 despre *conceptul cauzalității în fizică*, Max Planck supune unei analize științifice interpretarea dată de Școala de la Copenhaga relației de incertitudine, pe care o consideră, pe bună dreptate, ca o trăsătură caracteristică în fizica cuantică. Max Planck arată : „Un asemenea principiu exclude fundamental posibilitatea de a transpune în cadrul lumii senzoriale, cu un grad arbitrar de precizie, valorile simultane ale coordonatelor și impulsurilor punctelor materiale, cum era, din contra, conceput în reprezentările lumii în fizica clasică. Această circumstanță a dat naștere unei dificultăți pentru principiul cauzalității riguroase, și această circumstanță a condus pe unii nedeterminiști să privească legea cauzalității în fizică ca definitiv îndepărtată. Cu toate acestea, la un examen mai strîns, asemenea concluzie — fondată pe confuzia reprezentării fizice a lumii de lumea simțurilor — apare prematură, pentru a nu spune mai mult. Există de fapt un alt mijloc și mult mai natural de a ridica dificultatea, un mijloc care adeseori a adus excelente servicii în asemenea ocazii : este afirmarea după care tentativa de a determina simultan

[70] L. de Broglie. *La physique quantique restera-t-elle indéterministe ?* Paris, Ed. Gauthier-Villars, 1953, p. 21.

coordonatele și momentul punctului material este lipsită de orice sens fizic“ [71]. Chiar dacă ar avea vreun sens fizic, ceea ce se contestă, un fapt de această natură nu poate elimina un principiu valabil în ansamblul științelor.

Conceptul de cauzalitate nu poate fi aplicat în mod mecanic la toate nivelurile de organizare a materiei, tot așa cum un singur instrument matematic nu poate exprima diversitatea legilor care acționează în macro și microcosmos.

În expunerea sa *Der Kausalbegriff in der Physik (Conceptul cauzalității în fizică)*, Max Planck trage aceste concluzii : „Noi putem declara : legea cauzalității nu e nici adevărată, nici falsă. Ea este mai degrabă un principiu euristic, un ghid — și, după părerea mea, cel mai bun ghid pe care îl avem — pentru a ne orienta în confuzia bariolată a evenimentelor și ne arată direcția în care cercetarea științifică trebuie să avanseze pentru a da rezultate fecunde. Legea cauzalității, care apare imediat la copil chiar de la trezirea sufletului său și plasează în gura sa neobosita chestiune *pentru ce ?*, rămîne tovarășa cercetătorului de-a lungul existenței sale și ridică neîncetat înaintea lui noi probleme. Căci știința nu înseamnă deloc repaus contemplativ în posesia cunoașterii obținute, ea este, din contra, opera niciodată terminată și în progres continuu“ [72].

Principiul cauzalității, contestat de nedeterminiști, continuă să stea la baza cercetării fundamentale în toate ramurile științei, inclusiv în fizică. Nu poate fi acceptat, cum fac unii nedeterminiști, ca valabil în fizica corpurilor și sistemelor astrale și contestat în fizica cuantică. Cauzalitatea, ca principiu fundamental al existenței, trebuie concepută în mod unitar, ea se prezintă în același timp în forme diferite, specifice, după nivelul structural al materiei în mișcare.

Cauza nu poate fi ruptă de efect, după cum nu există efect fără cauză. Diversitatea efectelor, respectiv a fenomenelor, a stărilor de structură, este atît de mare, încît nu se poate concepe cauzalitatea decît în forme aplicative de foarte mare diversitate, inepuizabile ca și materia.

[71] M. Planck. *Autobiographie scientifique*, Paris, Ed. Albin Michel, 1960, p. 175.
[72] *Op. cit.*, p. 188.

Relația lui Heisenberg exprimă un microfenomen cuantic, legat de cauze care trebuie căutate în mișcarea particulelor materiale. Cauzalitatea este prezentă în orice existență.

Începutul anului 1961 a cunoscut o nouă polemică dintre V. A. Fok și D. I. Blohințev cu privire la interpretarea obiectivă, cauzală, în mecanica cuantică, care readuce în actualitate lupta împotriva nedeterminismului. În revista sovietică „Voprosî filosofii“ nr. 1 din 1969, V. A. Fok ia poziție împotriva concepției de ansambluri cuantice dezvoltate de D. I. Blohințev în lucrarea *Principialnîie voprosî kvantovoi mehaniki*, publicată în 1966. În nr. 3 din același an, Blohințev răspunde în articolul *Despre bazele fizice ale mecanicii cuantice*, considerînd că V. A. Fok „formulează unele concluzii absolut nefundamentate“ [73]. În enunțarea conceptului de ansamblu cuantic, Blohințev ține seama de faptul că ansamblul de obiecte independente, purtătoare materiale ale fenomenelor întîmplătoare, se caracterizează prin parametri care *nu mai sînt mărimi întîmplătoare*, care pot fi determinate prin metodele statistice matematice sau fizice, așa cum se determină temperatura gazelor, care este suma ciocnirilor dintre moleculele ansamblului sau parametrii cîmpurilor fizice, suma numerelor cuantice ale particulelor care formează ansamblul. Blohințev arată că „important este faptul că aceste ansambluri sînt ansambluri de obiecte situate în anumite condiții, iar nu ansambluri ale rezultatelor măsurătorilor ! Colectivul statistic există independent de împrejurarea dacă se efectuează sau nu măsurători. Astfel, măsurările, se înțelege, nu sînt cu putință dacă nu există un ansamblu statistic real“ [74]. Nu e cu putință să accepți că există un colectiv statistic, de exemplu, un ansamblu cuantic, fără să recunoști că acesta este un colectiv de obiecte sau un colectiv de microobiecte. Blohințev enunță astfel conceptul despre ansamblul cuantic : „Tocmai repetarea unui număr mare $N \longrightarrow \infty$ al exemplarelor, independente unul față de celălalt, de microparticule sau microsisteme aflate în interiorul uneia și aceleiași microsituații M formează acel ansamblu sta-

[73] „Voprosî filosofii“ nr. 3/1969, p. 127—136.
[74] *Ibid.*

tistic cuantic de obiecte (microparticule, microsisteme) pe care eu îl denumesc ansamblu cuantic“ [75].

Corelația dintre particule și cîmp este expresia corelației dintre obiecte și ansamblu, în care particulele, obiectele, sînt în același timp și independente și interdependente, în ansamblu cuantic, în acest caz. Colectivul statistic cuantic de microparticule, microsisteme, este expresia luptei și unității contrariilor, singularitate și ansamblu, particulă și cîmp.

Măsurătorile care se fac asupra ansamblului cuantic dau caracteristicile fizice rezultate din suma algebrică, și nu aritmetică, a caracteristicilor fizice individuale ale microobiectelor. Blohințev enunța concluzii științifice de mare valoare, rezultate din interpretarea corectă a relației Heisenberg : „Ansamblul cuantic reprezintă un caz de colectiv statistic care cuprinde trăsături ce nu pot fi măsurate simultan“ [76], dar aceasta nu este nici incertitudine, nici nedeterminism. „În interpretarea mea — scrie Blohințev —, ansamblul cuantic este o realitate fizică, realizabilă în natură sau laborator“ [77]. Dacă sînt fizicieni sau filozofi care consideră că mecanica cuantică este *blocnotesul observatorului*, sau că fenomenele din microfizică *au început să se supună legilor mecanicii cuantice din 1927 sau chiar abia din 1952*, iar dacă unii confundă statistica cuantică cu *loteria în bani*, trebuie să recunoaștem că nu există planete sau radiații, că astronauții n-au călcat pe lună decît în imaginația lor.

Este neîndoielnic că există măsurători neexacte — aceasta depinde uneori de perfecțiunea aparatelor sau imperfecțiunea observatorilor —, dar pentru ansambluri statistice toate termometrele de pe pămînt arată că la zero grade apa îngheață la presiunea atmosferică normală și toate măsurătorile de viteză a luminii arată aceeași mărime, cu diferențe infime determinate de precizia aparaturii tehnice sau perfecționarea metodei de măsurare. Necunoașterea datelor inițiale și a condițiilor de graniță între fenomene, cum se exprimă Blohințev, sau gradul de cunoaștere a unor fenomene determinat de nivelul de

[75] *Ibid.*
[76] *Ibid.*
[77] *Ibid.*

cunoștință într-o epocă oarecare, cum și impreciziile instrumentelor de măsură nu pot să schimbe caracterul obiectiv al realității fizice sau chimice, biologice sau sociale. „În acest caz — scrie Blohințev — este într-adevăr rezonabil să se vorbească nu atît de *nedeterminism*, cît de *prevederea incompletă* a mișcării“ [78]. Caracterul relativ și temporal al cunoașterii este determinat nu de faptul că legile fenomenelor naturale ar fi nedeterminate, ci de faptul că materia este permanent în mișcare, că lumea este și nu este în același timp aceeași, ca elemente obiective care determină gradul de imperfecțiune a cunoașterii și, desigur, aceasta depinde și de elementele subiective ale nivelului cunoașterii în diferitele epoci ale civilizației umane, de perfecționarea continuă a cercetării științifice și a tehnicii de experimentare, observare și măsurare. În revoluția din știință, ca și în tehnică, sînt epoci explozive, cu rezultate și efecte mari în nivelul de cunoaștere, de folosire, cu caracter gnoseologic sau în practica producției materiale. Idealul omenirii a fost și va fi întotdeauna să lărgească sfera cunoașterii despre natură și să perfecționeze organizarea societății umane.

Este științific, obiectiv, faptul că în macrocosmos sînt valabile legi diferite de acelea care exprimă realitatea obiectivă în microcosmos. Aceasta nu contravine cu nimic principiilor fundamentale ale determinismului, ci arată cît de diversificată trebuie să fie aplicarea lor. Mijloacele de explorare a marilor și micilor dimensiuni cosmice sînt de asemenea diferite. Instrumentele de observare, aparatele de măsură, sistemele matematice de reprezentare vor fi caracteristice acestor dimensiuni. Știința și tehnica contemporană sînt în măsură să exploreze marile dimensiuni — așa au fost descoperiți cuasarii și pulsarele — sau microdimensiunile, lumea particulelor materiale care populează infinitul mic al existenței. Este o activitate care se va dezvolta mereu, ceea ce va permite să apropiem cunoașterea tot mai mult de realitatea obiectivă. Datorită complexității existenței, acesta va fi un proces fără sfîrșit.

Universalitatea principiului cauzalității și al determinismului este rezultatul unei legi fundamentale a exis-

[78] *Ibid.*

tenței — din nimic nu apare nimic — și a conexiunii universale a fenomenelor. Lumea este formată din structuri și procese, rezultate din materia în mișcare. Formele inepuizabile de existență ale materiei, structurile, ca și funcțiile rezultate din mișcarea sa, procesele, sînt într-o interdependență și transformare continuă. Conexiunea universală a fenomenelor, procesele de evoluție sau de involuție au la bază cauze naturale, obiective, independente de existența omului, a observatorului sau a cercetătorului. Dincolo de această accepție, chiar în știință, se cade în fideism, în credința unor puteri supranaturale.

Determinismul științific, dialectic, are la bază teoria conexiunii și interdependenței fenomenelor, legile obiective ale materiei în mișcare. Legăturile cauzale în interdependența fenomenelor însoțesc toate procesele lumii din domeniile micro sau macrocosmice, fără nici un fel de excepții.

La baza teoriei evoluționismului, acceptat de oamenii de știință pentru toate domeniile naturale și sociale, stă principiul trecerii de la cauză la efect, de la efect la cauză, într-un proces neîntrerupt de transformări. Legăturile dintre cauză și efect sînt de natura caracterului de reciprocitate,

$$\text{cauză} \rightleftarrows \text{efect}$$

așa cum sînt relațiile

$$\text{particule} \rightleftarrows \text{cîmp}$$

sau un proces continuu de dezvoltare

$$\longrightarrow \text{cauză} \longrightarrow \text{efect} \longrightarrow \text{cauză} \longrightarrow$$

cum sînt manifestările din domeniul social. Dezvoltarea în general de la structuri inferioare la structuri superioare e de forma :

$$\text{particule} \rightleftarrows \text{atomi} \rightleftarrows \text{molecule} \rightleftarrows \text{corpuri} \rightleftarrows \text{sisteme}$$

într-o multitudine de procese cu caracter singular, sau de pluralitate, sau de forma dezvoltării structurilor simple către cele complexe, în spirală, din domeniul biologic sau social. Dar și în acest caz relația de la cauză la efect este inepuizabilă, fără început și fără sfîrșit, într-o transformare fără limite.

În afara legilor cu caracter universal, general, cauzalitatea și determinismul, legăturile cauzale dintre fenomene sînt specifice nivelurilor structurale ale materiei și manifestărilor specifice ale mișcării pentru fiecare structură în parte, pentru fiecare nivel. În ultima vreme, în știință se examinează, după specialitate, legile determinismului cuantic sau ale determinismului chimic, ale determinismului biologic sau ale determinismului social, după natura formelor structurale în care se desfășoară fenomenele. Ansamblul lor, legile cele mai generale ale cauzalității sînt obiectul determinismului științific, al determinismului dialectic.

Capitolul al VI-lea

LEGITĂȚI ȘI LEGI ÎN NATURĂ ȘI SOCIETATE

LEGITATEA ÎN NATURĂ ȘI SOCIETATE

Prin legi ne formulează regulile care stau la baza desfășurării proceselor obiective care au loc în natură și societate. Însăși enunțarea legilor este rezultatul unui proces îndelungat, cu caracter istoric, de observare și experimentare, de cercetare aprofundată, de elaborare a unor ipoteze și teorii, de generalizare a regulilor care stau la baza lucrurilor. Numai în măsura în care prin enunțarea unor legi se reușește să se oglindească procesele obiective, acele legi capătă un caracter științific. K. Marx arăta în prefața *Capitalului* că legile *„acționează și se impun cu o necesitate implacabilă"* [1] atît în natură, cît și în societate. Intervenția omului asupra naturii nu poate schimba caracterul legic al proceselor, existența și evoluția lor. În aceeași prefață K. Marx arăta : „Chiar dacă o societate a descoperit *legea naturală a dezvoltării sale* — iar *scopul final al operei mele este de a dezvălui legea economică a dezvoltării societății moderne* —, ea nu poate nici să sară peste fazele naturale ale dezvoltării, nici să le desființeze prin decrete. Dar ea poate să scurteze și să atenueze durerile facerii" [2].

Tot așa și în natură. Omul poate descoperi legile care stau la baza desfășurării proceselor obiective, dar nu le poate schimba. Și, desigur, în măsura în care aceste procese naturale sînt utile, societatea le poate utiliza în interesele sale, le poate subordona altor scopuri, le poate da altă destinație decît aceea care ar fi avut loc în condiții naturale. Aceste schimbări pot fi realizate la scară limitată în zone limitate, care prezintă interese științifice, economice și sociale. Un asemenea proces al naturii ca circulația apelor de suprafață a fost supus unor importante schimbări prin amenajările lacurilor de acumulare pentru scopuri energetice, care influențează microclima zonei respective, aceasta, ca și trasarea marilor canale de transport și irigarea zonelor secetoase și în viitor a deșerturilor, fiind schimbări limitate ale unor procese naturale.

Odată cu descoperirea dezagregării atomice și nucleare, a fisiunii și fuziunii atomice, oamenii de știință au descoperit mijloace cu caracter distrugător, care, nestăpînite, pot influența natura biologică de pe pămînt, s-o schimbe radical sau s-o distrugă în întregime sau cel puțin în forma cunoscută azi. Mijloacele moderne de cercetare a universului, de la radiația laser și undele radio pînă la rachetele cosmice și la stațiile interplanetare de cercetare, acționează îndeosebi în domeniul cunoașterii și mai puțin în al transformărilor, în care, cel puțin chiar la nivelul mijloacelor cunoscute azi, pot influența prea puțin asupra marelui nostru univers, cu atît mai puțin în îndepărtatele universuri ale cuasarilor și pulsarelor.

Oamenii de știință din toate timpurile au căutat să descopere regulile comune unor anumite stări, unor anumite fenomene. Toate ramurile științei au căutat forma cea mai generală, comună acelorași obiecte sau fenomene, raporturile lor esențiale și stabile, pe care să le enunțe prin legi. F. Engels scria în *Dialectica naturii* că „forma universalității în natură este *lege*, și nimeni nu vorbește atît de mult despre *eternitatea legilor naturii* ca cercetătorii naturii" [3].

Legile care stau la baza proceselor universale au un caracter permanent. Legitățile naturale nu se schimbă, în timp ce formele de organizare a materiei, structurile sale, manifestările sale specifice sînt în permanentă schimbare. La orice schimbare calitativă, structurală și

[1] K. Marx și F. Engels. *Opere*, vol. 23, București, Editura politică, 1966, p. 12.
[2] *Op. cit.*, p. 16 (subl. ns.).
[3] K. Marx și F. Engels. *Opere*, vol. 20, București, Editura politică, 1964, p. 531.

funcțională, corespund alte legi specifice. Regulile care stau la baza legilor naturale fac ca în aceleași condiții materiale ele să fie aceleași în spațiu și în timp.

Ca orice abstractizare, legea trebuie să reflecte o anumită stare care guvernează fenomenele naturii sau ale societății, răspunde unor raționamente științifice, este rezultatul unor teorii care își dovedesc valabilitatea în experimentări și observări sau în practica socială. Lenin scria : „Abstracția *materie*, abstracția *lege* a naturii, abstracția *valoare* etc., într-un cuvînt *toate* abstracțiile științifice (juste, serioase, iar nu arbitrare), reflectă natura mai profund, mai exact, *mai complet*. De la intuirea vie la gîndirea abstractă *și de la ea la practică*, aceasta este calea dialectică a cunoașterii *adevărului*, a cunoașterii realității obiective“ [4]. Pentru a cunoaște *esența* lucrurilor este necesar să se cunoască legitățile structurale și funcționale. Acestea nu pot fi altfel cunoscute decît prin abstractizare și generalizare, prin elaborarea noțiunilor, conceptelor, legilor, de la gîndirea abstractă la activitatea practică, într-un proces continuu de apropiere a cunoașterii de realitatea obiectivă.

Legea exprimă, cum arată V. I. Lenin, *raportul dintre esențe*. Legea poate exprima și legătura cu caracter nemijlocit și obiectiv dintre esență și fenomen. Aceasta se reflectă în faptul că există legi ale structurii materiei, ca și legi ale mișcării materiei. Cum materia este primordială în orice existență, legea reflectă în primul rînd raportul dintre esențe ; acestea sînt legi structurale. Diversitatea este mult mai mare, fiind legi care exprimă legăturile interne pentru un același obiect sau fenomen, între esențe și fenomene etc.

Legea reflectă procesele cu caracter de regularitate ale realității obiective. Procesul singular n-are caracter legic. Numai în condițiile cînd se trece de la particularitate la generalitate, este cu putință să se formuleze regulile generale sub formă de lege. S-ar putea spune foarte generic că legea reprezintă generalitatea concentrată, valabilă unei anumite stări structurale sau categorii de fenomene, dacă nu intră în categoria cea mai generală, universală, a materialismului sau a dialecticii. Legea stabilește regulile după care se desfășoară evoluția

[4] V. I. Lenin. *Opere complete*, vol. 29, București, Editura politică, 1966, p. 143.

esenței în natură și societate. Legea reflectă esența proceselor cu caracter general și particular. Legea are un caracter obiectiv cu condiția să reflecte realitatea din natură și societate. V. I. Lenin arată în această privință : „Lumea este mișcarea materiei conformă cu anumite legi, iar cunoașterea noastră, ca cel mai înalt produs al naturii, nu poate decît *să reflecte* aceste legi“ [5]. Legile sînt obiective, cunoașterea este subiectivă, cu tendința permanentă de a descoperi realitatea obiectivă din natură și societate.

Caracterul legic al existenței, al tuturor stărilor structurale și corespunzător categoriilor de fenomene este tot atît de obiectiv ca și faptul că lumea este mișcarea materiei. Legitatea este determinată de faptul că mișcarea materiei creează numeroase structuri, cu unele caractere comune, care fac ca fenomenele să fie guvernate, în existența și desfășurarea lor, de reguli comune. Legitatea are caracter de universalitate, ca și materia în mișcare.

H. Poincaré considera că veritabila realitate obiectivă este *armonia internă a lumii* pe care fizicienii încearcă s-o descopere. „Cea mai bună expresie a acestei armonii — scria Poincaré — este legea ; legea este una din cuceririle cele mai recente ale spiritului uman“ [6]. *Regularitatea naturii* este aceea care determină legitatea, dar aceasta nu este nici de natură *divină*, nici de domeniul *miracolelor*, ci pur și simplu de domeniul realității obiective. Dealtfel, Poincaré consideră că legea are un caracter obiectiv : „Cîteva persoane au exagerat rolul convenției în știință ; ele au mers pînă la a declara că legea, că faptul științific însuși a fost creat de savant. Acesta merge prea departe pe drumul nominalismului. Nu, legile științifice nu sînt creații artificiale...“ [7] Legea este științifică în măsura în care ea enunță regulile care guvernează realitatea obiectivă în multiplele sale forme de existență, interacțiunea universală dintre fenomene. Dar nu realitatea obiectivă cum o concepe H. Poincaré, care, dacă ar exista, *ne-ar fi întotdeauna inaccesibilă*. După cum realitatea obiectivă nu poate fi numai aceea reprezentată de „armonia exprimată prin legi matematice“ [8]. Tocmai fiindcă

[5] V. I. Lenin. *Opere complete*, vol. 18, București, Editura politică, 1963, p. 170.

[6] H. Poincaré. *La valeur de la science*, Paris, Ed. Flammarion, 1948, p. 7.

[7] *Op. cit.*, p. 10.

[8] *Ibid.*

legile nu sînt *creații artificiale,* ele nu pot să enunțe decît acele reguli care guvernează realitatea obiectivă, accesibile cunoașterii.

Descoperirea legilor, fie că sînt rezultatul unor experimentări repetate care se desfășoară în aceleași condiții, cum au fost descoperite legile în chimie, fie că sînt rezultatul unor observări, unor operații de măsură, așa cum au fost descoperite multe legi în fizică, fie că pot fi enunțate ca rezultat al unor abstractizări matematice sau al unor concluzii teoretice, cum au fost descoperite legile relativității restrînse și generalizate, trebuie să reflecte reguli care există în realitatea obiectivă. Descoperirea legilor este un proces al gîndirii logice, un proces dialectic care ridică cunoașterea de la fenomen la esență.

Legile stabilite numai prin metode matematice sau acelea care au fost deduse prin metode teoretice, ca să fie valabile trebuie să fie confirmate de practica experimentării, a observării sau a măsurării. Există numeroase confirmări în știința ultimelor două secole : de la descoperirea planetei Neptun de către Leverier la descoperirea elementelor chimice pe baza legii periodicității, descoperită de Mendeleev, la confirmarea concluziilor legice din teoria relativității a lui Einstein și, mai recent, la confirmarea unor particule elementare, ca pozitonul, neutrinul, mezonul, descoperite teoretic de Pauli, Fermi, Yukava.

Legile științifice au caracterul relativ al cunoașterii. Ele pot fi infirmate sau confirmate, perfecționate în măsura în care cunoașterea realității obiective, noile descoperiri din știință vin să completeze cunoștințele noastre. Progresul în știință este determinat de caracterul absolut al legității în realitatea obiectivă și caracterul relativ al cunoașterii. Numai în măsura în care se va considera că realitatea obiectivă este independentă de modelele elaborate de știință, că acestea, ca să corespundă unor legi științifice care guvernează în natură, trebuie să fie confirmate de practica experimentală, legile vor avea valabilitate, vor putea servi ca ghid în cunoașterea și stăpînirea forțelor naturii, în transformarea vieții sociale spre forme superioare.

Într-o comunicare intitulată *Despre legile dezvoltării sociale,* Miron Constantinescu sublinia : „Legile științelor sînt legi ale cunoașterii umane, deci sînt legi care repre-

zintă nivelul la care noi, oamenii, putem înțelege legile obiective care există în natură și societate“ [9]. Legitățile care guvernează în natură și societate au un caracter obiectiv, reflectarea lor în legi enunțate pe baza cunoașterii fenomenelor are un caracter relativ, care corespunde gradului de cunoaștere, și prin aceasta au caracter istoric. Miron Constantinescu arăta că legile specifice dezvoltării sociale dispar odată cu orînduirea respectivă, așa cum s-a întîmplat cu feudalismul și cum se întîmplă în zilele noastre cu capitalismul. Legile obiective din științele naturii, în expresia lor matematică și fizică, au un caracter de stabilitate. Dar M. Constantinescu arăta că „stabilitate nu înseamnă veșnicie. Este cu totul altceva. Stabilitatea înseamnă temporalitate, adică o stabilitate în timp, în durată, deci stabilitate, constanță pe o anumită perioadă de timp, pe o anumită durată, în anumite condiții date. Legile veșnice sînt foarte puține și acelea sînt legi fundamentale ale materiei în univers, legea gravitației universale, legea transformării energiei, legea relativității. Dar noi nu ne referim la aceasta ; ne referim la legile sociale care sînt temporare ; acționează în timpul istoric“ [10]. Ținînd seama de aceasta, în domeniul dezvoltării sociale sînt legi generale care au stabilitate și legi stadiale, *„legi ale unui stadiu de dezvoltare a unei societăți“* [11].

Legile dezvoltării sociale sînt grupate de M. Constantinescu în trei tipuri : *„legi generale,* valabile în tot cursul dezvoltării societății omenești ; *legi comune,* care acționează în mai multe orînduiri sociale ; *legi specifice, istorice,* valabile pentru anumite orînduiri și formațiuni social-economice“ [12]. *Legile specifice* sînt și ele grupate în trei tipuri : *„legi fundamentale,* care caracterizează în întregime o formațiune social-economică ; *legi specifice,* care durează în tot cursul unei orînduiri ; *legi stadiale,* care durează într-o etapă a unei orînduiri“ [13].

Această clasificare a legilor dezvoltării sociale are o solidă bază științifică și permite o examinare critică,

[9] Miron Constantinescu. *Despre legile dezvoltării sociale,* în „Probleme economice“ nr. 2/1974, p. 7.
[10] *Loc. cit.,* p. 7—8.
[11] *Loc. cit.,* p. 11.
[12] *Loc. cit.,* p. 13.
[13] *Loc. cit.,* p. 14.

științifică a structurilor sociale, a formațiunilor social-economice, specifice pe anumite trepte ale dezvoltării sociale.

Între caracterul absolut al legității și cel relativ al enunțării legilor există o continuă apropiere, care generează progresul în știință. Legitatea în natură și societate este obiectivă. Enunțarea legilor care guvernează în realitatea obiectivă suferă de subiectivitatea și relativitatea cunoașterii, corespunzător unui moment dat al dezvoltării științei.

DOMENIILE DE VALABILITATE A LEGITĂȚILOR MECANICII CLASICE

În fizică se cunoaște o altă grupare : legi statice, cinematice și dinamice, specifice mecanicii clasice, mecanicii raționale, așa cum sînt legile mișcării galileene și newtoniene, și legile statistice, probabiliste, specifice mecanicii cuantice, mișcării de ansamblu a particulelor materiale. Legile statice și dinamice sînt expresia legăturilor generale, esențiale și necesare în procesele individuale, iar legile statistice și probabilistice — în procesele în care intervin mulțimi. Legile dinamice valabile pentru mecanica clasică nu au mai fost valabile pentru mecanica cuantică. La acestea au corespuns și instrumente matematice diferite. Calculul integral și cel diferențial a fost în măsură să reprezinte legic evoluția fenomenelor și legilor din mecanica și fizica clasică, dar odată cu apariția posibilităților de cercetare în domeniul mulțimilor a fost necesar să se aplice calculul probabilității și al statisticii matematice. Aceste legi corespund unor stări fizice diferențiate și au valabilitatea restrînsă la specificul fiecărei stări. Legile dinamice au caracter univoc, cele statistice sînt neunivoce.

Aparatul matematic a devenit mai complex, lucru de mare valoare, dar în același timp a devenit mai greu accesibil chiar oamenilor din alte ramuri ale științei. Matematica pune la dispoziția fizicii mijloacele de abstractizare care permit verificarea și generalizarea enunțării teoretice a legilor ; în același timp, fizica oferă matematicii un cîmp vast de cercetare, posibilitatea de a

enunța prin simboluri matematice legile care guvernează realitatea obiectivă.

În această privință este interesant ceea ce consideră cunoscutul fizician american G. Gamow cu privire la cunoașterea în domeniul structurii microobiectelor : „Rolul științei teoretice este de a găsi relațiile ascunse între diverse legi empirice, apoi să le interpreteze ; ne sprijinim de aceea pe unele ipoteze relative la structura internă a materiei, structură care nu poate fi atinsă de observația directă“ [14].

Legile statistice exprimă realități globale în măsură a fi determinate practic, dar structura lor internă, relația dintre individ-mulțime poate fi determinată teoretic pe baza unor ipoteze sau a unor calcule matematice.

Descoperirea legilor statistice în mecanica gazelor de către Boltzmann și aplicarea lor mai tîrziu în mecanica cuantică a avut o mare importanță științifică ; în același timp, s-a repus în discuție dacă e posibil să se cunoască mișcarea fiecărui atom sau moleculă sau numai efectul lor, ca un rezultat statistic al mulțimii. Legile statistice reflectă o stare globală, și nicidecum o necunoaștere. Mișcarea browniană, inițial de natură moleculară, s-a dovedit identică în întreg domeniul cuantic. Făcînd diferența dintre cunoaștere și comportarea reală a ansamblurilor, J.-P. Vigier scrie : „Prin legi statistice, noi desemnăm, evident, legile care descriu comportarea reală a ansamblurilor obiectelor considerate, legi care n-au de-a face cu cunoștințele (mai mult sau mai puțin întinse) ale unui eventual observator asupra ansamblului acestor obiecte“ [15]. Legile statistice, ca și calculul probabilităților, exprimă stări globale existente în natură și societate care nu exclud cu nimic cunoașterea individualității, a simplităților, a relațiilor dintre parte și ansamblu, individ și mulțime. Faptul că toate acestea nu sînt încă cunoscute sau nu pot fi sesizate experimental nu exclude posibilitatea lor de cunoaștere.

Realitatea obiectivă la nivelul microobiectelor are în același timp aspecte individuale și de ansamblu, aspectul de particulă și cîmp fiind indisolubil. În acest caz legile

[14] G. Gamow. *Matière. Terre et ciel (1), matière et energie*, Paris, Ed. Dunod, 1961, p. 7.
[15] J.-P. Vigier. *Op. cit.*, p. 106.

care exprimă procesele realității obiective din microcosmos trebuie să îmbrățișeze în același timp, ca să poată fi expresia cea mai generală a acestei realități obiective, aspectul corpuscular și ondulator, particule și cîmp, de discontinuitate și continuitate. Existența în realitatea microfizică, ca în realitatea obiectivă în general, se prezintă în mod unitar *discontinuu-continuu*, care în acest caz îmbracă caracterul de *particulă-cîmp, individual-mulțime, element-ansamblu*. Deci, legile statistice valabile în domeniul microfizic trebuie să exprime regulile cele mai generale ale luptei și unității contrariilor, element-ansamblu, existent în acest domeniu. În acest caz deosebirile calitative între legile dinamice și statistice „constau în aceea că, în cazul legilor dinamice, acțiunea factorilor întîmplători nu poate anula determinarea univocă a fenomenului cercetat, în timp ce în legea statistică acțiunea factorilor întîmplători are o greutate mult mai mare pentru fenomenele individuale“ [16].

În domeniile de aplicare a legilor dinamice și a celor statistice trebuie să se țină seama că primele sînt specifice mișcării, care poate fi individualizată, ultimele fiind specifice ansamblurilor. Legile statistice sînt expresia contradicțiilor din domeniul microfenomenelor și îndeosebi trebuie să reflecte în același timp relațiile dintre *necesar* și *întîmplător*, *real* și *posibil*, *cauză* și *efect*. În aceasta constă complexitatea legilor statistice, domeniu în care cauzalitatea și determinismul joacă același rol ca în orice fenomen, specifice însă domeniului cuantic, specifice pentru domeniile structurale ale materiei în mișcare.

Într-un studiu publicat în 1963, Remus Răduleț examinează categoria de lege în lumina noilor progrese realizate în științele fizico-chimice. Autorul, considerînd esențial pentru categoria de lege conexiunea sau legătura dintre evenimente, face următoarea enunțare : „Legile sînt expresia conexiunilor obiective, esențiale, necesare între evenimente. Ele se exprimă prin relații între *proprietățile variabile curente* din speciile care servesc la descrierea evenimentelor, iar în științele pozitive prin

[16] Călina Mare. *Determinismul și fizica modernă*, București, Editura politică, 1966, p. 136.

relații *între mărimile variabile curente* din speciile cu ajutorul cărora se descriu evenimentele“ [17]. În enunțarea legii este esențial să se cuprindă elementele comune stărilor sau fenomenelor pe care trebuie să le exprime calitativ și cantitativ. Orice lege se exprimă printr-o *propoziție universală*, dar aceasta numai în măsura în care se înțelege că este universal valabil pentru o clasă de evenimente, un grup de fenomene, un anumit nivel de organizare materială, o anumită structură materială. Legea se poate exprima printr-o propoziție universală în măsura în care legea exprimă evenimente cu caracter universal, valabile pentru toate formele existenței.

În clasificarea legilor, R. Răduleț pornește de la împărțirea lor în legi de desfășurare și legi de stare : „O lege care exprimă conexiuni între evenimente care nu sînt simultane se numește lege de desfășurare. Aceste legi sînt expresii particulare, directe ale principiului cauzalității ; relația dintre evenimente pe care o conțin se numește *relativ cauzală*, iar evenimentele între care există o relație cauzală se găsesc în interacțiune“ [18]. Aceste legi acoperă complet și domeniul de exprimare a legilor dinamice (legile mișcării punctului material, legile conservării etc.), care sînt legi ale mișcării, ale interacțiunii dintre fenomene, legi condiționale, care exprimă dependența dintre fenomenele coexistente. Sfera de aplicare a acestor legi este limitată la posibilitatea de exprimare, de experimentare individuală a fenomenelor. R. Răduleț consideră că „o lege care exprimă conexiuni între evenimente de stare sau specii de proprietăți, respectiv de mărimi de stare *simultane*, dintr-un sistem fizico-chimic, se numește lege de stare ; ea nu conține derivate în raport cu timpul ale mărimilor de stare care să nu fie ele însele mărimi de stare... Legile de stare ale geometriei și ale cinematicii ocupă un loc special în științele naturii și se numesc *legi de structură*, spre deosebire de celelalte eventuale legi de stare, care se numesc *legi morfologice*“ [19].

[17] R. Răduleț. *Noile progrese ale științelor fizico-chimice și categoria de lege*, în „Cercetări filozofice“, anul X, 1963, Editura Academiei R. S. România, p. 131.

[18] *Loc. cit.*, p. 132.

[19] *Loc. cit.*, p. 133—134.

În fizica clasică, dinamica era considerată ca guvernată în principal de legi de dezvoltare, iar statica de legile de stare.

Legile de structură exprimă starea geometrică simplă, euclideană, iar legile morfologice exprimă starea geometrică complexă a corpurilor, cu atît mai complicate cu cît ne apropiem de anatomie. Trebuie să se reţină diferenţa dintre legile de stare, care au un spaţiu geometric limitat, şi legile structurale, care guvernează într-o întreagă structură materială, un întreg nivel de organizare materială.

Între legile de desfăşurare şi legile de stare există raporturi de dependenţă şi de independenţă, ele formînd totuşi categorii separate, specifice pentru anumite clase de fenomene.

LEGITĂŢILE DOMENIULUI CUANTIC

Marile descoperiri şi realizări din ştiinţele naturii şi sociale au adus o strălucită confirmare legilor enunţate de materialismul dialectic, care s-a dovedit a fi concepţia ştiinţifică despre lume.

Sînt încă oameni de ştiinţă în epoca noastră care nu acceptă interpretarea materialist-dialectică a legilor naturii. Această stare se referă la domeniile noi din microfizică, la curentul nedeterminist din mecanica cuantică, la încercările de a se elabora o teorie ştiinţifică a particulelor elementare. Se face o gravă confuzie între relativismul observării din microstructura particulelor elementare şi influenţa măsurării caracteristicilor fizice datorită aparaturii cu care se lucrează.

În lucrarea publicată în anii '60, intitulată *Natura în fizica contemporană*, W. Heisenberg încearcă să conteste, fără argumente uneori, iar alteori folosind denaturări, posibilitatea reprezentării materialiste a realităţii din fizica atomică, de a se generaliza la particulele elementare cunoscutele legi fundamentale ale cauzalităţii şi determinismului, cu toate că de pe aceste poziţii s-au făcut marile descoperiri în fizica secolului, îndeosebi cu privire la principalele concluzii ale teoriei cuantice şi teoriei relativităţii. „Ceea ce importă — afirmă Heisenberg — pentru imaginea materialistă a universului este posibilitatea de a recunoaşte aceşti infimi pepeni de

particule elementare ca ultima realitate obiectivă“ [20]. Niciodată materialiştii n-au recunoscut caracterul limitat al cunoaşterii, nicidecum faptul că particulele elementare sînt ultima *realitate obiectivă*. Realitatea obiectivă este în acelaşi timp prima şi ultima, fiindcă în afara ei nu există nimic, şi nu este nici prima şi nici ultima, ţinînd seama de infinitatea sa în timp.

La colocviul internaţional organizat în 1967 de UNESCO pe tema *Ştiinţă şi sinteză*, Werner Heisenberg a prezentat una din concepţiile de bază ale lui Einstein, cu privire la teoria cîmpului unitar. Enunţînd concepţia sa cu privire la primatul energiei faţă de materie în domeniul cuantic al microobiectelor, el a spus : „Este mai corect să se spună că marea energie cinetică a particulelor în ciocnire se transformă în materie — conform legii lui Einstein —, creînd un număr mare de particule elementare noi. În realitate, oricare ar fi natura particulelor în ciocnire, particulele noi fac întotdeauna parte din acelaşi spectru bine cunoscut al particulelor elementare. Energia devine materie, luînd forma unei particule elementare. Spectrul particulelor elementare se reproduce el însuşi în procesul de ciocnire al marii energii“ [21]. Deci energia se transformă în materie, ceea ce nu corespunde nici unei legi universale ale fizicii, cum ar fi legea conservării maselor şi legea conservării energiei. În realitate, particulele au masă, adică materie, şi sînt animate de energie, deci de mişcare ; la ciocnirea dintre particule, oricît de minuscule ar fi ele, are loc, în acelaşi timp, un schimb de masă şi de energie, conform legilor de conservare a maselor şi energiilor.

Chiar de la începutul secolului, atunci cînd aceasta era mai puţin clar pentru mulţi fizicieni şi filozofi, V. I. Lenin scria în *Materialism şi empiriocriticism*, imediat după descoperirea electronului şi la primii paşi ai teoriei moderne a relativităţii : „Electronul este tot atît de *inepuizabil* ca şi atomul, natura este infinită, dar ea are o *existenţă* infinită, şi tocmai această recunoaştere, singura categorică, singura necondiţionată, a *existenţei* ei în afara conştiinţei şi a senzaţiilor omului este aceea care deose-

[20] W. Heisenberg. *La nature dans la physique contemporaine*, Paris, Ed. Gallimard, Collection *Idées*, 1962, p. 16—17.

[21] W. Heisenberg. *La théorie du champ unitaire*, în „Science et synthèse“, *Idées NRF*, p. 41.

bește materialismul dialectic de agnosticismul și de idealismul relativist“ [22]. La o jumătate de secol după apariția acestor rînduri, care exprimă poziția științifică a materialismului dialectic, W. Heisenberg susține că „legile naturale pe care, în teoria cuantelor, le formulăm matematic nu mai privesc particulele elementare propriu-zise, ci cunoașterea pe care o avem despre ele“ [23]. Abstractizarea matematică este valabilă în măsura în care permite generalizarea teoretică, descoperirea legilor care reflectă realitățile obiective ale naturii universului și societății. Formularea matematică a unor legi nu contravine și nici nu influențează realitatea obiectivă decît în concepțiile idealiste, pozitiviste, ale celor care au făcut să dispară materia din concepția lor despre știință și au încercat să interpreteze eronat abstractizarea matematică. Legile din natură pot fi enunțate teoretic, în ecuații matematice, dar fenomenele care sînt guvernate de aceste legi există independent de formularea lor teoretică, fie ea și matematică. Atunci cînd Heisenberg afirmă că legile din teoria cuantelor, formulate matematic, nu privesc particulele elementare, ci numai cunoașterea lor, este o încercare neizbutită de a separa realitatea obiectivă de cunoaștere, legile care guvernează în domeniul cuantic de fenomenele generate de acesta. Legile cuantice sînt științifice numai în măsura în care reflectă cît mai exact realitatea obiectivă din lumea microobiectelor. Legile naturale, formulate sau nu matematic, privesc atît realitatea obiectivă a particulelor materiale, cît și cunoașterea — chiar relativă — a acestora. Legitatea cuantică este obiectivă, enunțarea și interpretarea sa pot fi și subiective.

HAZARD ȘI NECESITATE

Pe măsură ce cunoașterea umană pătrundea mai adînc în esența lucrurilor, în analiza fenomenelor din microstructura materiei, apăreau domenii noi, mai complexe, care nu mai răspundeau la legitățile cunoscute din fizica

[22] V. I. Lenin. *Opere complete*, vol. 18, București, Editura politică, 1963, p. 273.

[23] W. Heisenberg. *La théorie du champ unitaire*, p. 18.

corpurilor, nici la legile enunțate în aceasta cu privire la mișcarea punctului material.

Această situație a fost descoperită de Boltzmann, care, în enunțarea legii gazelor, a fost nevoit să introducă în fizică legile statistice. Situația a devenit mai complexă odată cu descoperirea primelor particule subatomice, a mediului cuantic în care acționează și legile probabilității.

Contradicția principală din acest mediu, dintre dimensiunile foarte mici ale corpusculelor și mulțimea lor numerică pe un spațiu foarte mic, nu putea fi soluționată prin metodele matematice și fizice clasice, deoarece acestea nu s-au dovedit puncte materiale, ci particule materiale, nici elementare, nici fundamentale, ci sisteme în care partea și întregul erau particule cu calități deosebite, dimensiuni, nivel, sarcini, spin etc. De aceea a fost necesar să se găsească alte instrumente matematice care să reflecte legitățile hazardului din domeniul cuantic. Acestea s-au dovedit a fi statistica matematică și calculul probabilității, pentru teoria relativității calculul vectorial, iar pentru teoria cuantică calculul matricial.

Faptul că în lumea microobiectelor se pot face numai observări și experimentări indirecte, că oamenii de știință trebuie să recurgă pentru descoperirea legităților specifice acestui mediu fie la metode matematice complicate, fie la mijloace tehnice de o mare complexitate, a dat și posibilitatea unor interpretări eronate, considerînd hazardul, întîmplarea dominant în acest domeniu, și prin aceasta imposibilitatea cunoașterii realităților fizice din domeniul cuantic.

Încă înainte de aceste mari discuții din domeniul cuantic, legătura dintre hazard și necesitate a fost obiectul unor mari discuții în științele naturii și filozofice. Cu privire la aceasta, F. Engels scria: „...Acolo unde la suprafață apare jocul hazardului, el se dovedește a fi totdeauna dominat de legi interne ascunse, și totul este să descoperim aceste legi“ [24]. Odată cu descoperirea unui mediu mai adînc decît cel atomic, după ce s-a descoperit că atomul nu este ultima particulă indivizibilă, ci un sistem cu structuri complexe, format din particule, modelul planetar (Rutherford) și cuantic (Bohr) scoțînd în evidență aceasta, era necesar să se descopere legitățile

[24] K. Marx și F. Engels. *Opere*, vol. 21, București, Editura politică, 1965, p. 295.

și să se enunțe legile acestui mediu subatomic, numit de Planck domeniu cuantic, după numele dat constantei *h* specifice acestui domeniu, *cuanta de acțiune.*

Introducerea în tratarea teoretică a problematicii mediului cuantic a statisticii matematice și calculului probabilităților corespundea unor structuri și fenomene obiective, în care legile cauzale, calitativ specifice acestui mediu, nu erau în contradicție cu legile probabilităților, ci în concordanță cu ele. Încercarea de a susține că neverificarea legilor fizicii clasice, ale mișcării punctului material în domeniul cuantic înseamnă dispariția sau imposibilitatea cunoașterii realităților fizice, este o expresie a pozitivismului în mecanica cuantică.

Într-o lucrare deosebit de valoroasă a savantului grec Eftichios Bitsakis, *Fizica contemporană și materialismul dialectic*, se face o amplă analiză științifică a acestor stări din mecanica cuantică. El scrie : „Categoria marxist-leninistă a interdependenței și conexiunii universale ne dau posibilitatea de a depăși contradicția dintre legile cauzale și legile probabilistice, dintre hazard și necesitate. În cadrul acestei categorii putem înțelege legile hazardului ca rezultatul jocului marelui număr de conexiuni, interacțiuni și determinări reciproce, care nu pot fi exprimate printr-o lege relativ simplă de tipul clasic (dinamic)... Legile probabilistice sînt legi obiective, ceea ce nu înseamnă că sînt legi exhaustive ; ele exprimă un aspect concret al microcosmosului într-un context dat concret“ [25].

Cauzalitatea reprezintă o categorie filozofică cu caracter universal, care se manifestă însă după legi specifice structurilor materiale. Legile cauzale nu sînt aceleași în fizica corpurilor și în fizica particulelor, există legi specifice acestor stări din natură, cu teorii și instrumente matematice în măsură să reflecte realitatea fizică din aceste domenii, cu structuri și procese specifice. Cauzalitatea în legile dinamice corespunde fizicii corpurilor, iar cea din legile probabilistice — fizicii particulelor. În interpretarea statistică a teoriei cuantice, scrie Popper, ipoteza adițională pe care Heisenberg o dă relațiilor cuantice descoperite de el, adică limitele preciziei pentru cunoașterea realizată prin intermediul aparatelor, limite care se dovedesc mobile după gradul de precizie obținut odată

[25] E. Bitsakis. *Physique contemporaine et matérialisme dialectique*, Paris, Editions sociales, 1973, p. 172.

cu perfecționările tehnice, nu sînt în contradicție cu teoria cuantică. Cu privire la interpretarea fizică pe care a dat-o Born în teoria cuantică, Popper consideră că, „în ce privește controversa relativă la «cauzalitate», propun să ne îndepărtăm de la metafizica nedeterministă, atît de populară azi. Ceea ce o deosebește de metafizica deterministă, care a cunoscut o mare răspîndire pînă nu de mult, este mai puțin o creștere a lucidității, cît o creștere a sterilității“ [26]. Practica științelor experimentale n-a ținut seama de controversa cu privire la cauzalitate atunci cînd a descoperit radiația stimulă, cauzele și efectele sale în domeniul practicii experimentale de laborator, aplicațiile ei în industrie sau medicină.

În domeniul fizicii corpurilor, lucrurile apar la suprafață mai ordonate, direct perceptibile senzorial, în domeniul fizicii particulelor hazardul domină fenomenele, rezultatele sînt statistice, perceptibilitatea este indirectă, prin intermediul aparatelor sau pe bazele rațiunii teoretice.

Prezența hazardului nu înseamnă dispariția realității fizice. În această privință E. Bitsakis dă o interpretare științifică, materialist-dialectică : „Hazardul este un concept științific. Legile hazardului sînt legi precise, cu formalismul lor propriu (teoria probabilităților). Hazardul exprimă determinarea multiplă a fiecărei stări care se realizează în natură. Se referă întotdeauna la un mare număr de experiențe, de «probe». Legile sale sînt obiective în sensul că ele descriu situații care se realizează în natură (difracția particulelor, radioactivitatea, emisiunea radiațiilor etc.)“ [27].

Într-un studiu asupra filozofiei materiale și biologiei moderne, Jacques Monod expune pe larg mecanismul biologic al codului genetic. El arată că accidentele singulare imprevizibile, odată înscrise în structura ADN, vor fi în același timp multiplicate și transpuse în milioane sau miliarde de exemplare. „Tras din regnul pur al hazardului — scrie Monod —, el intră în cel al necesității, al certitudinilor celor mai implacabile“ [28]. Selecția este realizată la scara macroscopică a organismului. „Selecția

[26] K. Popper. *Op. cit.*, p. 219.
[27] E. Bitsakis. *Op. cit.*, p. 183.
[28] J. Monod. *Le hasard et la nécessité*, Paris, Editions du Seuil, 1970, p. 135.

operează deci *asupra* produselor hazardului, și nu se poate alimenta din altă parte ; însă ea operează într-un domeniu de exigențe riguroase în care hazardul este prescris. Din aceste exigențe, și nu din hazard, evoluția a tras orientările generale ascendente, cuceririle sale succesive, dezvoltarea ordonată care pare că dă imaginea“ [29]. Atît timp cît în microlumea genelor nu era cunoscut mecanismul de înregistrare a informației în acidul dezoxiribonucleinic (ADN), spațiul celular era considerat de domeniul hazardului. După ce s-a cunoscut rolul celor doi ARN (acizii ribonucleici), ARN mesager și ARN de transfer, a fost înregistrat mesajul, s-a descifrat mecanismul eredității. Din momentul în care a pătruns cunoașterea în domeniul genetic și a fost descifrat codul evoluției sale, acesta a încetat să fie de domeniul necunoașterii, al hazardului, al întîmplării și a intrat în domeniul necesității, al cunoașterii. Acest proces este general pentru oricare domeniu al microstructurii, inclusiv cel cuantic. Radiația stimulată de laser, un domeniu fotonic, cuantic, nu se datoresc hazardului, ci unei operații dirijate, cunoscute. Cînd cunoașterea pătrunde în necunoscut, domeniul hazardului se restrînge, cunoașterea legităților ne situează în domeniul necesității, incertitudinea devine certitudine, cu legile cauzale și deterministe specifice și relativitatea în cunoaștere cu frontierele sale fără limite.

Legile hazardului și instrumentele sale de calcul nu mai sînt specifice azi numai mediului cuantic al particulelor materiale, atomice și moleculare (legea browniană). Statistica matematică și calculul probabilităților s-au extins, cu rezultate practice deosebit de importante, într-o ramură modernă a științelor economice, în *econometrie*. Numărul mare de elemente care intervin în determinarea unor indicatori din domeniul economic, necesitatea de a ordona, legifera fenomenele economice cer o solidă bază teoretică și practică de calcul și interpretare, care trebuie să stea la baza deciziei, cu răspunderea mare a efectelor sale în desfășurarea vieții sociale. Ca efect al acestei situații a apărut *planificarea*, ca o necesitate obiectivă a unei dezvoltări economice, ordonată și conștientă, cu direcții de dezvoltare dinainte stabilite,

[29] *Op. cit.*, p. 135.

și *prognoza*, care încearcă să dezvăluie tendințele cele mai generale și de perspectivă ale dezvoltării economice și sociale.

LEGITĂȚI NATURALE ȘI LEGITĂȚI SOCIALE

De cînd există știința naturii, oamenii care se îndeletniceau să descopere tainele sale căutau legile care guvernează procesele sale obiective. K. Marx scria în prefața *Capitalului* : „Fizicianul ori observă procesele care au loc în natură acolo unde ele se manifestă în forma cea mai pregnantă și sînt cel mai puțin modificate de influențe străine, ori, dacă este posibil, face experiențe în condiții care asigură desfășurarea într-o formă pură a procesului“ [30]. Dar, spre deosebire de cercetătorii care lucrau în domeniul științelor naturii, K. Marx arată mai departe că, „în domeniul economiei politice, cercetarea științifică liberă are dușmani mai mulți decît în oricare alt domeniu. Caracterul specific al materialului de care se ocupă economia politică ridică împotriva ei pe cîmpul de luptă pasiunile cele mai violente, mai meschine și mai detestabile ale omului : furiile interesului privat“ [31].

Patimile s-au extins în ansamblul lumii științifice. Lupta dintre materialism și idealism a îmbrăcat forme din ce în ce mai ascuțite nu numai în științele economice, dar și în celelalte științe, inclusiv în fizică, și cu atît mai mult în filozofie. Printre temele mult disputate este și aceea a caracterului legic al existenței și dezvoltării.

Pornind de la modul cum acționează legile economice, Eugen Varga consideră că „la baza legilor stau, așadar, procesele care reflectă esența naturii și a societății. Legile oglindesc procese care au loc în realitate, dar nu sînt nicidecum simple copii mecanice ale acestora. Nu orice proces izolat, ci numai procesele care se repetă atunci cînd există aceleași premise formează baza legilor. Formularea unei legi cere o vastă muncă intelectuală ; ceea ce este întîmplător, singular trebuie dat la o parte, trebuie să se facă abstracție de ceea ce este secundar,

[30] K. Marx și F. Engels. *Opere*, vol. 23, București, Editura politică, 1966, p. 12.
[31] *Op. cit.*, p. 16.

să se vadă ceea ce este esențial și să se identifice esențialul într-o multitudine de procese“ [32]. Prin lege se enunță cele mai generale reguli pe baza cărora se desfășoară procesele obiective din natură și societate, elementele comune ale proceselor, care se repetă evident sau se vor găsi în condiții identice. Enunțarea științifică a legii este o operă de mare răspundere în cercetarea fundamentală, ca și în cea experimentală, în observarea și interpretarea evenimentelor. Există diferențe de metode în cercetarea legilor naturii și societății. E. Varga arată aceasta cu claritate : „Legile naturii (mai ales ale naturii anorganice) sînt clare și bine determinate, ele pot fi exprimate în formule matematice, deoarece procesele pe care le oglindesc au loc întotdeauna la fel, oricît de des s-ar repeta (în aceleași condiții). Legile societății sînt un rezultat al activității oamenilor în împrejurări istorice care se schimbă necontenit ; de aceea ele nu pot fi exprimate în formule matematice precise, și evoluția evenimentelor în diferitele cazuri concrete nu poate fi prevăzută cu exactitate“ [33]. Greutățile de această natură sînt evidente. În descoperirea legilor care stau la baza transformărilor, care conțin în acest caz atîtea neprevăzute, mai intervine și subiectivismul, pe care Marx l-a numit *furiile interesului privat*. Lupta pentru menținerea privilegiilor economice și politice cuprinde în aceeași măsură și domeniul ideologic.

Aceste dificultăți în descoperirea, dar îndeosebi în aplicarea legilor din domeniul social au continuat și în epoca contemporană. Merită remarcat ceea ce relevă Valter Roman, în articolul *Cu privire la teoria generală a revoluției științifice și tehnice (II)*, cu privire la faptul că, vorbind de revoluția în știință, ne referim de regulă la științele naturii și tehnice și mai puțin la științele sociale : „Ne-am obișnuit să vorbim despre revoluții *sociale*, dar nu și despre revoluții în domeniul *științelor sociale*... Descoperirea unei legi presupune, între altele, acumularea de noi fapte, elaborarea unei ipoteze și verificarea ei în practică. Este un adevăr valabil și pentru științele sociale, domeniu în care practica social-politică are rolul de a verifica, de a confirma (sau infirma) legile

[32] E. Varga. *Studii de economie capitalistă*, București, Editura politică, 1957, p. 9.
[33] *Op. cit.*, p. 18.

științelor sociale. Acest lucru este cu atît mai complicat cu cît — spre deosebire de acțiunea legilor naturii, care nu reclamă în nici un fel participarea omului —, legile societății acționează permanent și exclusiv prin activitatea (conștientă sau inconștientă) a oamenilor“ [34].

Acest proces gnoseologic de descoperire a legităților sociale și de enunțare a legilor care guvernează mecanismul social poartă amprenta directă a intereselor de clasă. Dificultățile rămîn valabile datorită complexității fenomenelor sociale și în elaborarea legilor după care trebuie să se guverneze în orînduirea socială eliberată de exploatare de către revoluția proletară. De aici necesitatea studierii permanente a legităților orînduirii socialiste. Rolul științelor sociale devine și mai mare fiindcă oamenii sînt chemați să făurească în mod conștient propria lor istorie, popoarele își iau soarta în propria lor mînă.

În articolul citat, Valter Roman subliniază : „Gradul de cunoaștere a legilor naturii și societății determină, în ultimă instanță, gradul de stăpînire de către om a naturii și societății. Știința este un accelerator (și un generator) al progresului social“. Tot așa cum științele naturii și tehnice au devenit forțe nemijlocite ale procesului producției materiale, științele sociale, odată cu sociologia marxistă, au devenit o nemijlocită armă a victoriei revoluției sociale.

O ÎNCERCARE DE CLASIFICARE A LEGILOR

Legitatea este o caracteristică fundamentală a realității obiective. Descoperirea regulilor care guvernează realitatea obiectivă joacă un mare rol în adîncirea cunoașterii lumii, în stăpînirea și punerea în slujba societății a forțelor naturii, în dezvoltarea orînduirilor sociale către formele sale superioare. Legea este științific enunțată, adică corespunde realității dacă enunțarea ei se bazează pe concepția despre lume a materialismului dialectic.

[34] V. Roman. *Secolul XX — secolul marilor revoluții*, București, Editura Academiei R. S. România, 1976, p. 255, 263—264.

Legile au un caracter istoric, relativ, în aceeași măsură ca și cunoașterea. Legitatea în natură, societate și gîndire însă are în același timp un caracter absolut și relativ, una se reflectă în cealaltă, determinată de faptul existenței realității obiective, independent de conștiință, și a dezvoltării dialectice în continuă mișcare și dezvoltare, apariție și dispariție. Structurile și procesele sînt și nu sînt în același timp aceleași și de aici caracterul istoric, relativ al legităților în natură și societate.

Enunțarea legilor are un caracter aproximativ din punct de vedere gnoseologic și datorită gradului de cunoaștere a realităților obiective. Aproximația enunțării legilor determină și perfecționarea lor continuă, apropierea de o mai mare exactitate. „Legile — scrie Bitsakis — în realitate sînt valabile pentru intervale mai mult sau mai puțin mari în spațiu și în timp“ [35]. De aici și necesitatea unei clasificări științifice care să corespundă unor stări existente în natură și societate, corespunzătoare și clasificării științelor. Sînt legi care corespund întregului și sînt specifice în științele filozofice și legi care corespund părților și sînt specifice celorlalte discipline științifice.

În clasificarea legilor există multe practici. O înșiruire a acestora, probabil îndeajuns de incompletă, ar arăta după cum urmează :

— legi universale și legi structurale ;
— legi fundamentale și legi curente ;
— legi generale și legi particulare ;
— legi eterne și legi istorice ;
— legi de desfășurare și legi de stare ;
— legi dinamice și legi statistice.

Există și clasificări, grupări de legi mai puțin cuprinzătoare. Unele se referă la o singură ramură a științei, altele chiar la subramuri, la fenomene și stări izolate. Clasificarea în aceste cazuri nu mai are importanță teoretică și practică, ca aceea care cuprinde întreaga realitate obiectivă, întreg domeniul existenței, marile niveluri de organizare a materiei, care corespund, de regulă, și împărțirii pe ramuri ale științei contemporane.

[35] E. Bitsakis. *Physique contemporaine et matérialisme dialectique*, Paris, Editions sociales, 1973, p. 187.

Legitatea este o caracteristică obiectivă a lumii, a realității obiective, a materiei în mișcare. Descoperirea și enunțarea științifică a legilor care guvernează în natură și societate este o activitate de mare răspundere a oamenilor de știință, fiindcă acestea pot deschide căile progresului în cunoașterea lumii, în stăpînirea forțelor gigantice ale naturii și punerea lor în serviciul societății umane.

Capitolul al VII-lea

SECOLUL XX — SECOLUL REVOLUȚIILOR

REVOLUȚIA ȘTIINȚIFICO-TEHNICĂ

Ultimele două secole, al XIX-lea și al XX-lea, au cunoscut o dezvoltare de mari proporții în toate ramurile științei — cunoașterea a pătruns adînc în tainele naturii terestre și extraterestre —, în toate domeniile tehnice, în tehnologie și organizarea producției materiale, în tainele vieții și ale mecanismului social. Trebuie subliniat faptul că aceste uriașe acumulări în cunoaștere, științifice și tehnice, ale naturii și societății, au determinat ca în deceniul al șaselea și al șaptelea să se realizeze un mare salt revoluționar gnoseologic și epistemologic, o dinamică a dezvoltării producției materiale, necunoscută încă în nici o perioadă a civilizației umane.

Această situație trebuie pusă în legătură cu marile transformări sociale din acest secol al revoluțiilor. A apărut sistemul mondial al socialismului, care reprezintă un salt uriaș înainte în domeniul social, cea mai mare parte a țărilor care trăiau sub jugul imperialismului și colonialismului au devenit independente și suverane, în țările capitaliste dezvoltate clasa muncitoare a reușit să smulgă numeroase drepturi politice și economice, partidele comuniste și socialiste din aceste țări și-au lărgit baza lor de masă, în unele dintre acestea s-a realizat o participare majoritară în guverne (partidele socialiste) sau realizarea unor fronturi mai largi cu participarea partidelor comuniste. S-a extins baza socială a revoluției atît prin creșterea cantitativă a clasei muncitoare, cît și prin acțiunile sale colective, revoluționare, a crescut influența ideilor revoluției sociale în rîndurile intelectualității, a studențimii în primul rînd, care a devenit o forță atît din punct de vedere numeric, cît și prin influența mișcărilor progresiste, prin pătrunderea ideologiei marxist-leniniste în rîndurile sale. Lupta activă a popoarelor din țările slab dezvoltate pentru independență, suveranitate și progres social, consolidarea poziției lor în forurile internaționale constituie elemente ale desfășurării pe scară largă a luptelor contemporane, politice și economice. Aceasta este baza socială a desfășurării revoluției în știință, tehnică și tehnologie, strîns legată și în relații reciproce cu revoluția socială.

În articolul *Cu privire la teoria generală a revoluției științifice și tehnice*, Valter Roman subliniază faptul că în această epocă revoluția în științele naturii a fost mai profundă, mai largă decît cea din domeniul științelor sociale, și această situație incumbă o acțiune largă a oamenilor de știință din domeniul științelor sociale pentru dezvoltarea bazelor teoretice și analiza fenomenelor și practicilor sociale contemporane care pot contribui substanțial la desfășurarea revoluției sociale.

A apărut în același timp, subliniază Valter Roman în articolul citat, necesitatea unei abordări mai profunde a *conceptului revoluției*: „Revoluția reprezintă o etapă a dezvoltării cînd, spre deosebire de etapa evoluției, au loc schimbări radicale calitative, cînd are loc trecerea (în formă de salt) dintr-o stare calitativă într-altă stare, aceasta fiind una din legitățile principale ale dezvoltării dialectice ale naturii, societății și gîndirii. Conținutul revoluției în știință îl constituie marile realizări teoretice și descoperirile epocale în diferite ramuri ale științelor naturii. Cunoașterea noilor forme de mișcare a materiei și a legităților ei a reprezentat, fără îndoială, asemenea salturi (în procesul de cunoaștere)“ [1]. Saltul epistemologic a fost cel mai important, dar acesta, precum și revoluția în alte ramuri ale științei, cum sînt, de exemplu, cele umanistice (etnografia, antropologia, lingvistica etc.) au provocat — și aceasta în mod inevitabil — și saltul în domeniul gnoseologic.

„Revoluția în știință — scrie în continuare Valter Roman — înseamnă și o cotitură de la o metodă de

[1] V. Roman. *Secolul XX — secolul marilor revoluții*, București, Editura Academiei R. S. România, 1976, p. 266.

gîndire la o alta nouă, corespunzătoare unei trepte superioare de dezvoltare a cunoașterii științifice. Revoluția în știință înseamnă schimbarea bazelor teoretice, respectiv a sistemului de principii, noțiuni și idei fundamentale. Aceste schimbări au loc întotdeauna în formă de salt (ceea ce, firește, nu înseamnă și un timp redus)" [2].

Apariția lucrării *The structure of scientific revolutions*, de Thomas S. Kuhn, de la Universitatea Berkeley din California, a pus numeroase probleme, dintre care : cum începe și cum se termină în perspectiva istorică o revoluție științifică, cum se reflectă aceasta în structura manualelor și publicațiilor cercetărilor postrevoluționare. În capitolul *Natura și necesitatea revoluțiilor științifice*, Kuhn consideră că revoluțiile științifice sînt considerate „ca episoade necumulative ale dezvoltării, prin care o paradigmă mai veche este înlocuită, în totalitate sau în parte, printr-o paradigmă incompatibilă" [3]. Necesitatea revoluțiilor științifice este determinată de progresul în cunoaștere, de necesitatea de a pune de acord teoria cu practica, de a elabora baza teoretică a unui nou domeniu structural descoperit în natură, cum a fost domeniul cuantic subatomic, sau descoperiri teoretice, cum a fost relativitatea restrînsă și generalizată, care nu puteau fi explicate nici de pe bazele teoretice ale mecanicii și fizicii clasice și nici pe baza instrumentelor matematice existente. Un domeniu nou al științei deschide multe căi pentru cercetarea științifică. „Un număr important de enigme ale științei normale contemporane nu există decît după revoluțiile științifice cele mai recente. Nu este decît un număr mic care se raportează la începuturile istorice ale branșei științifice respective" [4].

Dezvoltarea în știință se face prin salturi revoluționare cînd se deschid domeniile noi ale cunoașterii teoretice sau practice, după care urmează o fază evolutivă de progres. Kuhn arată că, „într-o foarte mare măsură, termenul «știință» este rezervat domeniilor unde progresul este evident" [5]. Nu numai evident, dar și într-un progres permanent. Progresul în știință atrage după sine

[2] *Op. cit.*, p. 266—267.
[3] Th. S. Kuhn. *La structure des revolutions scientifiques*, Paris, Ed. Flammarion, 1972, p. 115.
[4] *Op. cit.*, p. 169.
[5] *Op. cit.*, p. 190.

progresul în tehnică, după cum multe descoperiri tehnice determină progresul în știință. Revoluția în știință și în tehnică atrage după sine revoluția tehnologică și industrială. Caracterul acestor revoluții nu este unidirecțional, ci reciproc.

Saltul revoluționar în cunoaștere se realizează atît pe baza apariției unor noi teorii, cît și pe baza descoperirilor din practică, a folosirii unor noi metode de analiză și experimentare. Ceea ce a făcut ca revoluția contemporană în știință să fie mai largă este faptul pătrunderii cunoașterii în profunzimea microstructurii materiei, în nivelurile cuantice ale dezvoltării materiei, în fizica particulelor, structura chimică, biologia moleculară și în macrocosmos la asemenea dimensiuni și depărtări neatinse în nici o altă epocă. Fără îndoială că aceasta nu reprezintă limitele cunoașterii, ci numai o etapă, limitele dimensionale ale micro și macrostructurii avînd caracter infinit în spațiu și timp, și fiind o sursă permanentă de lărgire a cunoașterii din punct de vedere gnoseologic și epistemologic. Dimensiunile ontologice fără limite determină și dimensiunile gnoseologice fără limite.

REVOLUȚIA ÎN ȘTIINȚELE NATURII

Cele mai mari descoperiri în epoca contemporană s-au realizat în științele exacte și științele naturii. Descoperirea unor noi și importante metode și instrumente matematice, dezvoltarea matematicii de la o știință a numărului, cantitativă, la o știință a structurilor calitative au permis crearea acelor instrumente de abstractizare și generalizare care erau pe dimensiunea noilor teorii din științele naturii.

În elaborarea teoriei relativității restrînse, a teoriei relativității generale, a teoriei relativității cîmpului cuantificat, Albert Einstein a utilizat, pe de o parte, calculul tensorial, vectorial, pe de altă parte geometria neeuclidiană. Fără aceste instrumente matematice n-ar fi fost posibilă elaborarea teoriei relativității moderne. De asemenea, pentru teoria și mecanica cuantică, ondulatoare, a fost necesar să se introducă calculul matricial de către Heisenberg, statistica matematică și calculul probabilităților de către Born. Cibernetica n-ar fi putut fi elabo-

rată fără algebra lui Boole, teoria informațiilor a lui Shannon și teoria jocurilor a lui J. von Neumann.

De aici necesitatea cercetării în matematică, care să ducă la descoperirea unor instrumente noi de calcul în științele naturii și tehnice. În articolul *Rolul și perspectiva cercetării matematice*, Miron Nicolescu arăta că în condițiile revoluției științifice și tehnice din zilele noastre este necesar să existe mijloacele teoretice pentru o *gîndire corectă* și instrumentele de calcul pentru a realiza *decizii rapide*. „Un rezultat matematic, oricît de abstract, trebuie să se traducă în cele mai numeroase cazuri în aplicarea în tehnică, printr-un rezultat numeric. Acest rezultat numeric se obține printr-un algoritm, care trebuie să funcționeze rapid". În aceste împrejurări ale dezvoltării civilizației noastre au apărut ordinatoarele, care efectuează „algoritmele de calcul cu viteza pe care mintea și mîna noastră nu o puteau atinge" [6]. Această mare revoluție a mașinilor electronice de calcul a pus numeroase probleme epistemologice, a lărgit mult domeniul cunoașterii.

Legătura dintre științele exacte și științele naturii a permis ca de la abstractizare să se ajungă la concret prin verificarea experimentală, observarea cu aparate de înalt rafinament tehnic, măsurări dintre cele mai precise. Pentru științele naturii saltul epistemologic a fost realizat în mod deosebit în matematică și fizică, deși și celelalte discipline, cum sînt chimia, biologia, științele Terrei, astrofizica și cosmologia, au cunoscut de asemenea un mare salt epistemologic. Trebuie remarcat faptul că noile teorii în fizică au apărut printr-o evoluție continuă a teoriilor elaborate în secolul trecut și printr-o răsturnare revoluționară a teoriilor care se refereau de fapt la un nou domeniu, necunoscut pînă la sfîrșitul secolului trecut, la domeniul subatomic, domeniul cuantic ; electronul a fost descoperit în 1895 de Thomson în radiația catodică, iar în 1906 Rutherford descoperă modelul planetar al atomului.

În fond, cunoașterea umană a pătruns mai adînc în microstructura materiei, la nivelul structurii necunoscute pînă atunci, la care nu se mai puteau aplica legile mecanicii clasice și îndeosebi legile cu privire la mișcarea

[6] M. Nicolescu. *Rolul și perspectiva cercetării matematice*, în „Viitorul social" nr. 2/1972.

punctului material. Noile descoperiri, și îndeosebi cele ale particulelor materiale, a nucleonului, protonului și neutronului, arată că nu există puncte materiale în natură, ci *microsisteme*, microobiecte, care răspund la legi specifice, domenii structurale cu funcții care răspund unor legități proprii acestui nivel.

Elaborarea teoriei corpuscular ondulatoare a luminii era de fapt o sinteză a două teorii cunoscute în fizică, care cîteva secole s-au exclus, pentru ca A. Einstein, din analiza fenomenului fotoelectric, să ajungă la concluzia că trebuie făcută o sinteză a celor două teorii pentru a fi puse în concordanță cu fenomenul analizat. După două decenii, Broglie extinde teoria corpuscular ondulatoare la toate particulele materiale. În felul acesta se pun bazele mecanicii ondulatoare, care era o sinteză a teoriei cuantice fotonice și a teoriei ondulatoare a luminii, extinsă și verificată după cîțiva ani pentru toate particulele materiale.

Descoperirea radioactivității naturale la sfîrșitul secolului trecut de către A. H. Becquerel, Pierre și Marie Curie, precum și descoperirea radioactivității artificiale de către Frederic și Irène Jolliot Curie au scos în evidență complexitatea din lumea microobiectelor, faptul că din atomi se exclud particule materiale care au la rîndul lor o structură complexă și care veneau să confirme noile teorii din microfizică cu privire la existența unor microobiecte cu structură și funcții fizice deosebit de variate și complexe.

Descoperirea fisiunii și fuziunii atomice a deschis un mare capitol în fizica contemporană, acela al energiei atomice și nucleare, cu consecințe atît de importante nu numai teoretice, dar și practice. Atomii și nucleele atomice s-au dovedit surse foarte importante pentru producția energetică necesară oricărei dezvoltări în economie și vieții moderne. Descoperirea în ultimele decenii a unui număr mare de particule care au fost numite elementare sau fundamentale, dar care în realitate nu se dovedesc nici elementare și nici fundamentale, ci cu structuri specifice, a deschis un alt mare capitol al fizicii energiilor înalte, care în viitor va cunoaște o dezvoltare deosebit de importantă în realizarea, prin agregarea unor particule materiale, a atomilor elementelor chimice. Această tehnică a viitorului mai rezervă încă foarte multe noutăți și surprize.

În chimie, odată cu descoperirea legilor elementelor chimice în secolul trecut, precum și a afirmării definitive a teoriei atomice cu o solidă bază științifică, teoretică și practică, s-au pus bazele unei industrii în care cercetarea fundamentală și aplicativă joacă rolul principal în dezvoltarea sa atît de spectaculoasă.

Descoperirea modelului atomic planetar și apoi a modelului atomic cuantic, teoria electronică a valențelor, teoria rezonanței au făcut din chimie una din științele naturii în măsură să răspundă la multe enigme ale naturii chimice și biologice, precum și la dezvoltarea unor ramuri industriale de foarte mare importanță pentru asigurarea condițiilor materiale superioare în societatea contemporană și a viitorului.

În aceeași perioadă, în biologie s-au descoperit de asemenea noi legități. Cunoașterea s-a extins de la elementele anatomice la cele celulare și biomoleculare. Apariția *biologiei moleculare* ca știință a însemnat un mare salt în cunoașterea structurilor vii. Descoperirea mecanismului genetic, precum și a elementelor sale constituente — acizii nucleici și proteinele — dezleagă unul din marile mistere ale vieții, mecanismul genetic. Biologia, precum și științele sale fiziologice, îndeosebi medicina, și-a lărgit cîmpul de cunoaștere în domenii inabordabile altădată, cînd misticismul și fideismul tronau în științele naturii.

Explicarea proceselor vieții are și o mare importanță epistemologică, una filozofică, deoarece se confirmă principiile materialismului dialectic, care consideră materia în formele sale specifice, complexe, ca bază a oricărei activități vii, inclusiv gîndirea și conștiința.

Bionica, respectiv biologia cibernetică, explică întregul mecanism al informației și memoriei, cu implicații atît de mari în cunoaștere. Cu aceasta s-au deschis căile pentru a descoperi nu numai faptul cunoscut că sediul gîndirii este creierul uman, dar și mecanismul bioactivității particulelor care participă la formarea gîndirii și conștiinței. Un domeniu pasionant, cu toate porțile deschise spre viitor pentru științele naturii și filozofice, pentru științele umanistice.

Descoperiri deosebit de importante s-au realizat și în domeniul astrofizicii și cosmologiei. Cunoașterea universului s-a extins în profunzime. Tehnica cercetării corpurilor și a sistemelor, îndeosebi spectrografia și radio-

astronomia, au permis să se descopere noi sisteme astrale, cum sînt radiogalaxiile sau pulsarii și cuasarii, aștrii neutrinici, precum și elementele componente ale structurilor astrale, particule materiale, nuclee, atomi și molecule.

De fiecare dată, cu fiecare mare descoperire în tehnica observării și măsurii, cunoașterea a depășit limitele stabilite și s-a dovedit practic că universul sau universurile sînt fără limită, în toate direcțiile. În univers nu există direcție, după cum nu există nici puncte fixe. Direcțiile apar localizate în interiorul sistemelor astrale, cum este cel planetar, sau prin abstractizare pentru analizele structurale ale mișcării, proceselor și evenimentelor.

Teoriile cosmologice au suferit schimbări radicale, adevărate salturi revoluționare, de la mecanica clasică celestă la mecanica relativității, care a permis elaborarea unor noi teorii cosmologice. Posibilitățile care s-au ivit odată cu zborul în cosmos al omului au deschis cîmpuri noi ale cunoașterii sistemului nostru planetar și a universului. Laboratoarele cosmice dau un imens material științific în măsură să contribuie la perfecționarea teoriilor cosmologice și astrofizice moderne, ne aduc informații care arată că materia în univers se manifestă în forme cu mult mai complexe decît s-ar fi putut gîndi altădată și mult diferite decît cele existente pe Terra.

Această scurtă trecere în revistă, îndeajuns de incompletă, a marilor descoperiri din secolul nostru care au dus la o revoluție în științele naturii arată, practic, că dimensiunile cunoașterii sînt nelimitate, că perfecționarea continuă a tehnicii de observare și experimentare, elaborarea unor noi instrumente matematice de abstractizare și generalizare, elaborarea unor teorii îndrăznețe, cu o solidă bază științifică în structura materială și procesele naturale, ne permit să cunoaștem noi și noi aspecte din realitatea obiectivă a universului.

DE LA REVOLUȚIA TEHNOLOGICĂ LA REVOLUȚIA INDUSTRIALĂ

Revoluția în științele naturii a fost însoțită de o revoluție în științele tehnice sau, mai exact, marile descoperiri din disciplinele științifice ale naturii și tehnicii s-au influențat reciproc și au determinat progresul rapid

în elaborarea unor teorii noi și în realizarea mijloacelor necesare pentru o dezvoltare rapidă a producției bunurilor materiale și diversificarea mijloacelor tehnicii necesare desfășurării activității de cercetare științifică.

Știința a revoluționat tehnica, după cum tehnica a revoluționat știința. În valoroasa lucrare *Știința și marxismul*, în care se expun sistematic lucrările despre revoluția științifică și tehnică, influența sa în toate ramurile științei și în societate, Valter Roman scrie : „*Transformarea științei în forță nemijlocită de producție constă, în primul rînd, în schimbarea funcției sociale a științei*, iar aceasta înseamnă, înainte de toate, materializarea cunoștințelor științifice în elementele materiale ale forțelor de producție și în formele de organizare corespunzătoare ; înseamnă că știința devine baza teoretică a proceselor de producție“ [7]. Este de neconceput marea producție industrială și agricolă fără o puternică bază științifică, fără un larg sistem de cercetări științifice, fundamentale și aplicative. Gradul înalt al eficienței economice, al productivității muncii, la dinamica puternică a dezvoltării economice care a însoțit revoluția științifico-tehnică și revoluția socială, extinderea pe scară largă a mecanizării și automatizării, pătrunderea sistemelor cibernetice în tehnologie și economie reflectă pătrunderea adîncă a științei în producția materială ; însăși organizarea producției a determinat nașterea unei noi discipline științifice, studiind organizarea și conducerea producției, a economiei în ansamblul ei. Noi discipline ale științei organizării și conducerii economiei, cum sînt *planificarea*, *prognozarea*, *managementul* și *marketingul*, sînt obiectul unor ample studii și aplicații. Fără acestea nu poate exista o economie modernă.

Au apărut în această perioadă numeroase ramuri noi ale tehnicii, cum sînt : tehnica reactoarelor nucleare, tehnica rachetelor cosmice, tehnica laser, toate fiind rezultatul unor mari descoperiri din teoria modernă, din microfizică. În același timp s-a perfecționat tehnica clasică, îndeosebi din domeniul mașinilor, mecanicii fine și electrotehnicii. Tehnica electronică a revoluționat toate sistemele de telecomunicații, a permis extinderea pe scară

[7] V. Roman. *Știința și marxismul*, București, Editura enciclopedică română, 1973, p. 214.

largă a automatizării în industrie, a avut implicații mari sociale prin extinderea atît de importantă a tehnicii radio și televiziunii.

Un salt deosebit în tehnică a fost determinat de dezvoltarea pe scară foarte mare a sistemelor de automatizare a proceselor de fabricație. Fabricarea unor aparate de măsură și control și a unor sisteme complete de automatizare a permis realizarea unor linii de fabricație de foarte mare capacitate, creșterea productivității muncii de foarte mari proporții, controlul calității produselor, precum și o înaltă eficiență economică reflectată în scăderea masivă a prețurilor în producția materială.

Revoluția tehnologică a avut la bază, pe lîngă aplicarea în practică a sistemelor tehnice descoperite, și elaborarea unor procese tehnologice de mare capacitate și de înaltă eficiență economică. Revoluția tehnologică a cuprins toate ramurile producției materiale, inclusiv transporturile. Toate aceste mari descoperiri din tehnică și tehnologie au permis realizarea în ultimele două decenii a celei mai înalte dinamici cunoscute de omenire în producția materială. Aceasta a permis ca, pe lîngă resursele naturale, limitate la anumite proporții, să se descopere produse și materiale sintetice în măsură să asigure o producție industrială și agricolă corespunzătoare, pe de o parte, exploziei demografice, pe de altă parte creșterii continue a nivelului de trai.

Aceste procese contemporane cu mari implicații sociale au cunoscut o disproporție mare în țările dezvoltate și țările slab dezvoltate, au ascuțit lupta popoarelor din aceste țări împotriva imperialismului, colonialismului și neocolonialismului. Revoluția în științele tehnice și tehnologice influențează nemijlocit asupra revoluției sociale. Țările care au scuturat jugul imperialismului și-au cîștigat independența și suveranitatea de stat se îndreaptă pe căi necapitaliste spre soluționarea marilor probleme sociale generate de subdezvoltare, lichidarea foametei cronice și a înapoierii, cu toate aspectele sale sociale, culturale.

Revoluția în științele naturii, tehnice și tehnologice a determinat o *revoluție industrială* de proporții foarte mari, cu un caracter mai general decît cele cunoscute în secolele trecute. Revoluția tehnologică și industrială se desfășoară, în proporții mai mari sau mai mici, în toate

țările lumii. Dacă ea se desfășoară mai întîi în țările dezvoltate, aceasta are o rațiune istorică, dar țările în curs de dezvoltare și subdezvoltate luptă pentru a-și asigura valorificarea resurselor naturale proprii și crearea unei industrii puternice și a unei agriculturi cu eficiență ridicată. În desfășurarea revoluției industriale, un rol deosebit l-a avut extinderea pe scară largă a proceselor tehnologice automatizate și introducerea sistemelor de calcul electronic în conducerea proceselor tehnologice și gestiunea economico-financiară.

Se vorbește tot mai mult de o revoluție verde, de o revoluție în agricultură, care are la bază introducerea pe scară largă a mecanizării în muncile agricole, folosirea îngrășămintelor pentru creșterea de mari proporții a recoltelor, extinderea irigațiilor și agrotehnica modernă, îndeosebi selectarea unor semințe mult mai eficiente decît cele obținute în mod natural. *Revoluția agricolă*, sau *revoluția verde*, are o importanță deosebită, ținînd seama de necesitatea acoperirii cu produse agroalimentare pentru o populație a globului în creștere rapidă și asigurarea unui nivel de trai civilizat în toate țările lumii, fără excepție.

Progresele tehnicii și tehnologiei au stat la baza revoluției industriale și agricole contemporane și sînt în momentul de față motorul dezvoltării rapide a producției bunurilor materiale, baza creșterii nivelului de viață, a pătrunderii civilizației moderne în cele mai îndepărtate colțuri ale pămîntului.

REVOLUȚIA CIBERNETICĂ ȘI EXPLOZIA INFORMATICĂ

Una din marile descoperiri ale epocii contemporane a fost în domeniul ciberneticii sau *știința comenzii și comunicării la ființe și mașini*, cum a fost intitulată de Norbert Wiener, savantul american care a studiat numeroase descoperiri din domeniul matematic, fizic, biologic și psihic, pentru a pune bazele acestei științe moderne. Cibernetica este o știință multidisciplinară, cum remarca N. Wiener în lucrarea sa de bază, *Cibernetica*: „Problema informației și a tehnicii de măsură și de

transmitere a informației constituie o întreagă disciplină pentru inginer, fiziolog, psiholog și sociolog“ [8].

Bazele matematice ale ciberneticii le-au constituit *teoria informațiilor*, descoperită de Shannon, și *teoria jocurilor*, descoperită de J. von Neumann. Trebuie menționat faptul că elaborarea legilor din cibernetică a fost rezultatul descoperirilor din domeniul electronicii și al servomecanismelor, precum și al descoperirilor fenomenelor din sistemele organismelor vii, îndeosebi din fiziologie.

În lucrările sale biografice N. Wiener a descris întregul proces de constituire a ciberneticii în ramură a științei prin acumularea unor cunoștințe din numeroase alte discipline științifice și îndeosebi a marilor descoperiri științifice din epoca contemporană, din științele matematice, științele naturii și tehnice. Dacă cibernetica s-a născut din gîndirea științifică a epocii contemporane, ea s-a afirmat în același timp în multe domenii ale practicii sociale.

Răspîndirea ciberneticii în toate ramurile științei a avut drept efect elaborarea unor lucrări de cercetare care au extins rapid cunoașterea în acest domeniu și s-au creat subramuri, îndeosebi în economie, în biologie și fiziologie, în psihologie și sociologie. Într-o astfel de lucrare de certă valoare științifică, *Cibernetica și economia*, cercetătorul bulgar Ivan Nikolov definește astfel obiectul ciberneticii : „Definiția cea mai generală pe care am dat-o ciberneticii ca știință constă în aceea că ea cercetează legile cele mai generale ale conducerii sistemelor dinamice complexe“ [9]. În lucrare se analizează pe baze științifice efectele aplicării ciberneticii în economia modernă, se analizează structurile economice, metodele cibernetice de analiză economică, într-un cuvînt, așa cum semnalează Ihor Lémny în prefața la ediția românească, „Nikolov reinterpretează principalele concepte ale teoriei economice marxiste prin prisma ciberneticii, încercînd în final să prezinte funcționarea economiei cu sistem dinamic complex cu autoreglare, autoorganizare și autoinstruire“ [10]. Fără îndoială că în economia capitalistă procesul de *auto-*

[8] N. Wiener. *Cibernetica*, București, Editura științifică, 1966, p. 8.

[9] I. Nikolov. *Cibernetica și economia*, București, Editura politică, 1973, p. 51.

[10] *Op. cit.*, p. 9.

reglare se manifestă în mod spontan și anarhic cu crize sau recesiuni economice. În același timp, în socialism, autoreglarea se realizează prin programele conștient elaborate, prin planificarea de scurtă durată și, mai recent, prin prognoze care cuprind perspectivele dezvoltării social-economice mai mult sau mai puțin îndepărtate.

Într-o lucrare apărută în 1965, *Cybernétique et matérialisme dialectique,* Jacques Guillaumaud enunța obiectul ciberneticii în aceeași manieră : „Cibernetica este, în consecință, una din științele cele mai apte de a sesiza procesele dinamice din care viața este exemplul cel mai complex. Ținînd seama de caracterul dialectic al fenomenelor naturale și vitale în particular, ea este una din ultimele ilustrații a unei evoluții, uneori revoluționare, a istoriei științelor, îndeosebi de un secol : introducerea timpului în știință“ [11].

Cibernetica s-a constituit ca știință, așa cum au arătat-o întemeietorii săi, ținînd seama de principiile fizicii clasice, ale entropiei din termodinamică, legități din fizica cuantică și relativistă, de cele mai noi descoperiri în fiziologie, sistemul neuronic îndeosebi cu caracter biocuantic, de numeroase fenomene umane, psihice și sociale. În aceasta constă și caracterul de știință multidisciplinară al ciberneticii.

Wiener definește informația ca expresie a unității dialectice dintre teorie și practică : „Informația este un nume pentru a desemna conținutul a ceea ce se schimbă cu lumea exterioară pe măsură ce noi ne adaptăm la ea și îi aplicăm rezultatele adaptării noastre. Procesul constînd în a primi și a utiliza informația este procesul pe care noi îl urmăm pentru a ne adapta la contingențele mediului ambiant și a trăi eficace în acest mediu“ [12].

Un rol important în apariția și dezvoltarea informaticii îl au instrumentele matematice și, în primul rînd, teoria probabilităților și statistica matematică, după cum programarea matematică pentru ordinatoare a fost posibilă datorită algebrei booleiene, a algebrei abstracte și îndeosebi teoriei grupurilor, teoriei inelelor, teoriei idealurilor, teoriei corpurilor etc., cum remarcă Miron Nicolescu în articolul citat. El subliniază faptul că „ordinatoarele au grăbit procesul de matematizare pentru numeroase discipline pentru care acest proces a început înaintea acestui moment și a provocat matematizarea unui alt grup de discipline. Practic, astăzi se poate spune că nu există compartiment al științei care să nu facă apel la matematică atît pentru formularea corectă a legilor respective, cît și pentru utilizarea ordinatoarelor ca instrument de investigație“ [13]. Programarea matematică a mașinilor de calcul electronic, elaborarea algoritmilor, limbajul de înregistrare și prelucrare a datelor nu pot fi concepute fără matematizarea întregului sistem.

Informația, din punct de vedere gnoseologic, este o reflectare a realității obiective, rezultată din contactul direct cu aceasta și transmisă prin simțuri, sau din raționi teoretice verificate de practică, de experimentare. Procesul *reflectării* este un proces complex care antrenează multe funcții fiziologice pentru preluarea informației : înregistrarea și depozitarea prin memorie, transmiterea și prelucrarea prin gîndire. Informația nu este numai un proces de adaptare la mediu, ci unul de cunoaștere, transmitere și supunere a forțelor naturii, cu scopul de a crea o viață cît mai civilizată pentru om, extinderea cunoașterii în știință, transformarea ființei sociale a omului și a societății în ansamblul ei în scopurile umanitare ale existenței în condiții echitabile.

Aceste diferențe evidente dintre înregistrarea și prelucrarea informației în sistemul ordinatoarelor și în sistemul uman este remarcat de Ivan Nikolov : „Teoria informației cercetează tehnica comunicațiilor, recepționarea, transmiterea și prelucrarea informației, fără să se intereseze de conținutul ei semantic“ [14]. Teoria matematică și tehnica informației realizează un proces perfecționat de preluare, înregistrare și transmitere comandată a informației, prelucrarea realizîndu-se în măsura în care omul a gîndit aceasta, a introdus în mașină limbajul specific, algoritmii. Cum remarcă T. C. Quinion în *Marxisme et informatique,* ordinatorul este „o mașină de stocare, de administrare și tratare a informației, cu condiția

[11] J. Guillaumaud. *Cybernétique et matérialisme dialectique* Paris, Editions sociales, 1965, p. 170.

[12] N. Wiener. *Cybernétique et société,* Paris, Union Générale d'Editions, 1962, p. 19.

[13] M. Nicolescu. *Rolul și perspectiva cercetării matematice,* în „Viitorul social“ nr. 2/1972.

[14] Ivan Nikolov. *Cibernetica și economia,* București, Editura politică, 1973, p. 112.

ca acest tratament să poată fi adus la un număr finit de operații logice succesive, adică la un algoritm“ [15]. Autorul mai subliniază că o asemenea mașină este în măsură să realizeze milioane de operații pe secundă, ceea ce creierul uman, cu cele 12 miliarde de neuroni, nu este în măsură să realizeze. Dar mașina nu gîndește decît ceea ce omul i-a imprimat prin circuitele electronice integrate, nu interpretează decît în limitele algoritmice, în timp ce mașina de reflectare, transmitere, înregistrare, prelucrare care este creierul uman interpretează și creează, are conștiință. Unii vulgarizatori consideră că s-au realizat mașini care gîndesc, confundînd sistemul logic al mașinilor cibernetice cu sistemul dialectic al creierului uman.

Un alt concept care a stat la baza constituirii cibernetici ca știință este cel al *retroacțiunii* : „Teza mea — scrie Wiener — este că funcționarea fizică a individului viu și operațiile sutelor de mașini de comunicație cele mai recente sînt exact paralele în eforturile lor identice pentru a controla entropia prin intermediul retroacțiunii. În amîndouă cazurile există receptori senzoriali formînd un stadiu al ciclului lor de funcționare : adică, în amîndouă cazurile există un aparat special pentru a aduna informația venind din lumea exterioară cu slabe niveluri energetice și să le facă valabile în funcționarea individului și a mașinii“ [16].

Culegerea și înregistrarea informației sînt esențial diferite la om și la mașină, deoarece preluarea și înregistrarea electronică prin semiconductori la mașină și cea umană prin neutroni sînt structural și procesual diferite. Fenomenul este același în liniile sale cele mai generale, procesele se deosebesc esențial ca structuri. Dar diferența cea mai mare este faptul care urmează înregistrării, și anume prelucrarea informației. La mașini acest proces este *gîndit* mai întîi de om, în timp ce omul autoprelucrează prin gîndire și conștiință informația înregistrată.

Ca și *entropia,* și *retroacțiunea* este supusă unor legități universale, aceea a conservării materiei și mișcării, luptei și unității dialectice a contrariilor.

Enunțînd conceptul retroacțiunii, Wiener pleacă de la o idee care trece ca un fir roșu prin toate lucrările

[15] T. C. Quinion. *Marxisme et informatique,* Paris, Editions sociales, 1971, p. 9.
[16] N. Wiener. *Cybernétique et société,* p. 31.

sale, în enunțările teoretice și efectele practice ale cibernetici : „În forma sa cea mai simplă, *principiul* retroacțiunii înseamnă că comportamentul este studiat cu scopul de a cunoaște rezultatul și că reușita sau eșecul modifică comportarea viitoare“ [17]. Unii oameni de știință americani au mers mai departe și au constituit o știință a comportamentului, sau au numit așa, de regulă, științele umanistice.

Guillaumaud consideră cibernetica ca *o știință a contradicției* mecanismelor de autoreglare existente în natură și cele construite de om. „Contradicția apare deci ca un caracter esențial al servomecanismelor, construite de om sau deja prezente în natură, și cibernetica, știința tuturor mecanismelor autoregulatoare, oricare ar fi diferența lor de scară, de nivel, de natură, apare din mai multe motive ca o știință a contradicției“ [18]. Principiul *acțiunii* și *reacțiunii* este cunoscut din fizica clasică și reprezintă o contradicție generalizată la toate fenomenele de orice natură, unitatea lor dialectică, transformarea dintr-una într-alta fiind o lege a dezvoltării, a progresului în natură și societate.

La elaborarea științei cibernetice a contribuit, de asemenea, și *teoria comunicațiilor,* ale cărei baze matematice au fost puse de savantul sovietic Kolmogorov. Așa cum subliniază Wiener, în prezentarea autobiografică, cibernetica a cunoscut o răspîndire foarte rapidă în toate domeniile științelor teoretice și experimentale, în practica și producția materială și în activitatea de natură socială și spirituală. S-au constituit numeroase ramuri ale cibernetici. Dintre acestea, informarea economică, econometria, a avut o importanță practică deosebită. Aceasta a stat la baza *teoriei deciziei,* care se aplică în toate domeniile de organizare și conducere economică, cu tendința de a cuprinde și alte domenii, îndeosebi cele sociale, politice, militare.

Dar cea mai importantă *aplicare* a științelor cibernetice a permis într-un ritm deosebit de rapid dezvoltarea tehnicii electronice de calcul în conducerea gestiunilor economice și a proceselor tehnologice. Automatizarea și tehnica de calcul constituie elementele cele mai moderne în activitatea tehnologică și economică.

[17] *Op. cit.,* p. 73.
[18] Guillaumaud. *Op. cit.,* p. 175.

Un alt domeniu în care cibernetica a cunoscut o generalizare rapidă îl constituie biologia. În lucrarea *Elemente de neurocibernetică*, Ed. Nicolau și C. Bălăceanu arată că în studiul pe care l-au elaborat au folosit „doar modele logice și matematice, deduse analitic din datele de neurofiziologie, iar sintezele propuse se bazează pe combinări logice între modelele neuronale și sinaptice. De aceea, un rol important în lucrarea noastră îl are studiul rețelelor neuronale și al dispozitivelor automate biologice formate din neuroni“ [19]. Așa cum arată autorii, în neurocibernetică prelucrăm nu numai informația din domeniul neurofiziologiei, ci și fenomenele psihice care sînt rezultatul unor fenomene materiale cu legități specifice.

Cibernetica, ca știință, s-a constituit de dată recentă. Trebuie subliniat faptul că multe procese naturale sau raționale care au dus la constituirea ei s-au desfășurat într-o perioadă mai îndelungată, pînă cînd teoriile moderne din matematică și electronică, din biologie și fiziologie, din psihologie și sociologie au permis fundamentarea unei științe deosebit de importante.

Revoluția cibernetică are o influență de mari proporții în toate domeniile cunoașterii, în concepțiile filozofice, în domeniile sociale și umanistice. Întregul sistem al producției materiale se îndreaptă către folosirea metodelor cibernetice de organizare și conducere a proceselor tehnologice și economice. Aceasta va aduce după sine o valorificare mult mai completă și eficientă a resurselor naturale, realizarea unor materiale sintetice cu mare caracter utilitar, creșterea producției de masă, a productivității muncii și a eficienței economice.

Cibernetica, știința informației și a prelucrării sale, a comunicărilor și comenzilor automate, electronice la mașini sau neuronice la ființe, prelucrate electronic pe baza algoritmilor din logica matematică sau de creierul uman prin gîndirea dialectică, deschide căi noi ale cercetării științifice în studierea mecanismului transmisiei electronice sau neuronice, ale înregistrării și prelucrării informației, cu diferențele specifice unor mecanisme neînsuflețite și ființelor vii.

[19] E. Nicolau, C. Bălăceanu. *Elemente de neurocibernetică*, București, Editura științifică, 1967, p. 6.

REVOLUȚIA ÎN ȘTIINȚELE UMANISTICE

Din deceniul al șaselea al secolului nostru a apărut un număr deosebit de mare de lucrări în domeniul științelor umanistice, îndeosebi în psihologie, în etnografie și antropologie, în lingvistică și estetică.

Psihologia a cunoscut trei mari direcții de dezvoltare : *psihoterapia, psihologia copilului* și *psihologia socială.*

Cea mai controversată ramură este psihoterapia, în care un loc de seamă îl are *psihanaliza.* Nici un alt curent sau direcție de cercetare din psihologie nu a contribuit atît de mult la cunoașterea psihismului uman ca psihanaliza, aplicațiile ei fiind de primă importanță. Criticile se adresează în special caracterului neexperimental al psihanalizei.

Psihanaliza, fondată ca știință de Freud, și-a căpătat o solidă bază științifică, deși în acest domeniu numeroși pseudofreudieni au denaturat fondul științific al psihanalizei, așa cum a fost gîndită de întemeietorul ei. Discuțiile în jurul acestei științe, de o valoare deosebită pentru normalizarea vieții umane individuale, au dus în final la rezultate practice evidente, care au demonstrat importanța acestei științe.

De asemenea, în psihologie au apărut numeroase ramuri noi de o importanță deosebită. Cunoscutul psiholog Jean Piaget a pus temeinice baze științifice în ramura *psihologiei copilului,* a cărui importanță nu poate scăpa nimănui. Această temă are o foarte mare valoare pedagogică, socială și, în general, umană. Știință cu un vast caracter practic, psihologia copilului constituie obiectul unor mari cercetări și lucrări științifice în continuare.

Psihologia muncii, care se referă îndeosebi la munca din industrie în condițiile dezvoltării marii industrii și automatizării, a organizării muncii la fiecare loc în parte, care să asigure, pe lîngă condițiile fizice corespunzătoare, și condițiile psihice — automatizarea, mecanizarea, lucrul pe bandă, lucrul pe trei schimburi — ridică probleme noi pentru a asigura integritatea fizică și psihică a muncitorului. Acest subiect, cu o largă dimensiune umană, atrage atenția din ce în ce mai mult oamenilor de știință din domeniul psihologiei.

Psihologia socială a fost serios impulsionată de dezvoltarea economiei mondiale, de schimbările rapide impuse de știință și tehnică, omul fiind pus în situația de

a se adapta unor condiții noi la intervale scurte de timp.

În domeniul problematicii despre om, a cunoașterii și transformării lui sociale s-a conturat antropologia filozofică, ca o disciplină a științelor filozofice. În lucrarea *Antropologia filozofică*, elaborată de C. I. Gulian, se fundamentează poziția marxistă în *teoria despre om*, a „omului total", cum spunea Marx.

C. I. Gulian conturează astfel obiectul acestei discipline : „Antropologia filozofică reprezintă o viziune despre om și, ca orice viziune sau concepție despre lume și societate, este pătrunsă de ideologie, de expresia necesităților social-politice și etice ale unei clase sau societăți. Antropologia filozofică vrea să fie *cunoașterea omului în vederea modelării lui*" [20]. Gulian își propune — și reușește — „să reliefeze cu maximă pregnanță rolul primordial pe care îl ocupă omul în filozofia marxistă" [21]. *Antropologia filozofică marxistă* își propune să cerceteze omul pe plan *ontic* și *axiologic*, adică cunoașterea omului și transformarea persoanei în personalitate în cadrul larg social. Există o unitate dialectică între *om-individ* și *om-colectivitate*, și în acest cadru al luptei și unității contrariilor *individ-colectivitate* se formează *omul întreg*, rezultatul marilor transformări sociale, se formează *omul social*.

În *Teze despre Feuerbach*, Karl Marx subliniază faptul că „teoria materialistă care afirmă că oamenii sînt produsul împrejurărilor și al educației și că, prin urmare, oamenii se schimbă datorită unor împrejurări noi și unei educații noi uită că și împrejurările sînt schimbate de oameni și că educatorul însuși trebuie să fie educat" [22]. Cunoașterea și modelarea omului din punct de vedere ontic și axiologic, ca produs al împrejurărilor și educației, constituie baza transformărilor sociale prin *practica revoluționară*. În teze se fac referiri subliniate la *gîndirea omenească*, la *practica omenească*, la *societatea omenească*. Marx arată în teza 6 că „esența umană nu este o abstracție inerentă individului izolat. În realitatea ei, ea este ansamblul relațiilor sociale" [23].

[20] C. I. Gulian. *Antropologia filozofică*, București, Editura politică, 1972, p. 6.
[21] *Op. cit.*, p. 8.
[22] K. Marx și F. Engels. *Opere*, vol. 3, București, Editura politică, 1962, ed. a II-a, p. 5—6.
[23] *Op. cit.*, p. 6.

În *Ideologia germană*, K. Marx și F. Engels arată că filozofia materialistă pleacă de la *oamenii vii*, de la *oamenii activi*, pornește de la *premisele reale* pe care nu le părăsește niciodată — în întreaga lor operă, pînă la sfîrșitul vieții. În filozofia materialistă marxistă, „premisele sale sînt oamenii, considerați nu într-o izolare și imobilitate imaginară, ci în procesul lor real de dezvoltare, care poate fi observat pe cale empirică și are loc în condiții determinate" [24].

Procesul real de dezvoltare are caracter social. *Omul abstract*, omul izolat de colectivitate nu are nimic comun cu *esența umană*, care poate fi reprezentată atît prin individ, personalitate, cît și prin colectivitate, societate. Marx și Engels arată că „numai în cadrul colectivității individul capătă mijloacele care îi dau posibilitatea unei dezvoltări multilaterale a aptitudinilor sale ; prin urmare, numai în cadrul colectivității devine posibilă libertatea personală" [25]. Aceasta este problematica marxistă despre om, care a devenit obiectul acestei noi discipline filozofice, antropologia filozofică.

În teoria mult discutată a personalității, antropologia filozofică, arată Gulian, „evidențiază iarăși latura socială, obiectivă a personalității, în care psihologia cedează *axiologiei*, concepută nu numai ca *sociologie a valorilor*, ci și ca teorie a personalității, cu capacitățile ei de libertate, opțiune și creație și ca răsplată obiectivării" [26]. Personalitatea se poate forma și dezvolta numai în contextul individ-social, în această unitate dialectică de esență umană, societatea.

În deceniul al șaselea și al șaptelea din secolul nostru, Claude Lévi-Strauss a pus bazele științifice ale metodelor structurale de analiză în domeniul etnografiei, etnologiei și antropologiei. În *Anthropologie structurale*, Strauss definește fiecare din aceste discipline științifice, considerîndu-le ramuri ale științelor sociale. Astfel „etnografia constă în observarea și analiza grupurilor umane considerate în particularitatea lor (adeseori alese, pentru rațiuni teoretice și practice, dar care nu țin deloc de natura cercetării), și vizînd la restituirea, atît de fidel cît este posibil, a vieții fiecăruia dintre ei ; în timp ce etno-

[24] *Op. cit.*, p. 27.
[25] *Op. cit.*, p. 76.
[26] C. I. Gulian, *op. cit.*, p. 278.

logia utilizează de o manieră comparativă (și în scopuri care trebuie să le determinăm mai departe) documentele prezentate de etnografie“ [27]. Cu privire la antropologie, Strauss o subdivide în *antropologie socială* și *antropologie culturală*, definindu-le obiectul astfel : „Antropologia socială se consacră mai degrabă studiului instituțiilor considerate ca sisteme de reprezentare, iar antropologia culturală studiului tehnicilor considerate ca tehnici ale vieții sociale“ [28].

Studiind la fața locului viața populațiilor care mai trăiesc în stare primitivă, în mare măsură a celor care sînt izolate, parțial sau total de restul lumii, Strauss își aduce o prețioasă contribuție la analiza concretă în aceste domenii ale științelor umanistice.

Strauss arată că în țările anglo-saxone antropologia se consacră *cunoașterii globale a omului*, în toată extinderea geografică și istorică, de la hominide la rasele moderne, de la triburile melanesiene la orașele moderne. El consideră însă că „etnografia, etnologia și antropologia nu constituie trei discipline diferite sau trei concepții diferite ale acelorași studii. Sînt, de fapt, trei etape sau trei momente ale aceleiași cercetări, și preferința pentru unul sau altul din acești termeni exprimă numai o atenție predominantă îndreptată spre un tip de cercetare, care n-ar fi niciodată exclusivă față de celelalte două“ [29]. Totuși, sînt trei discipline de-sine-stătătoare, strîns legate între ele, cu un volum de probleme și lucrări considerabil, care vor da în timp numeroase concluzii cu privire la dezvoltarea omului și a societății, de la formele primitive la cele mai civilizate.

O mare dezvoltare au cunoscut în această epocă studiile cu privire la o nouă știință umanistică, *lingvistica*, care a apărut odată cu publicarea, în 1916, de către Ferdinand de Laussure, a lucrării *Cours de linguistique générale*, folosind ca metodă de cercetare *analiza sincronică*. Introducerea mai recent a *metodelor structuraliste* de cercetare în lingvistică s-a bazat înainte de toate pe analiza sincronică. A. Martinet consideră că „lingvistica este studiul științific al limbajului uman“ [30]. Cunoscutul lingvist american Noam Chomsky consideră că „noțiunea centrală a teoriei lingvistice este aceea a «nivelului lingvistic». Un nivel lingvistic ca cel al fonologiei, morfologiei sau sintagmaticii este, în esență, un ansamblu de mecanisme descriptive valabile pentru construcția gramaticii ; el constituie o oarecare metodă de reprezentare a enunțărilor“ [31].

Ce este limba ? Chomsky o definește astfel : „De acum înainte noi numim «limbă» un ansamblu (finit sau infinit) de fraze, fiecare dintre ele fiind de lungime finită și compusă dintr-un ansamblu finit de elemente. Toate limbile naționale, sub forma lor scrisă sau vorbită, răspund la această definiție, pentru că fiecare limbă națională comportă un număr finit de fenomene (sau de litere din alfabetul său) și fiecare frază poate fi reprezentată ca o suită finită a acestor fenomene (sau litere), cu toate că numărul frazelor este infinit“ [32]. Din punct de vedere structural, această definiție corespunde neîndoielnic. *Limba* este însă o categorie istorică, care are o dezvoltare dialectică, mai întîi în procesul muncii, ca ulterior să se lărgească odată cu activitățile din domeniul spiritual. Din acest punct de vedere, Al. Graur, referindu-se la originea limbii, scrie : „Spunem că limba a apărut în procesul muncii, din nevoia pe care au simțit-o oamenii de a comunica între ei. Mai spunem că a apărut odată cu gîndirea, limba fiind necesară pentru a comunica gîndurile, iar gîndurile neputînd fi formulate fără cuvinte, deci fără limbă“ [33]. „Nu putem comunica nimic semenilor noștri — scrie Al. Graur — fără a avea un aparat de semne, și cele mai economice semne s-au dovedit a fi cele sonore“, iar „cînd gîndirea a devenit mai capabilă de abstractizare, s-a creat și materialul sonor, care să marcheze mai simplu diferitele categorii care se formează“ [34].

[27] C. Lévi-Strauss. *Anthropologie structurale*, Paris, Ed. Plon, 1971, p. 4.
[28] *Op. cit.*, p. 8.
[29] *Op. cit.*, p. 388—389.
[30] A. Martinet. *Eléments de linguistique générale*, Paris, Ed. A. Collin, 1969, p. 6.
[31] N. Chomsky. *Structures syntaxiques*, Paris, Ed. Seuil, 1969, p. 13.
[32] *Op. cit.*, p. 15.
[33] Al. Graur. *Lingvistica pe înțelesul tuturor*, București, Editura enciclopedică română, 1972, p. 13.
[34] *Op. cit.*, p. 25—26.

Lingvistica, ca știință, s-a dovedit o sursă de analiză structurală a unor importante fenomene umane.

Lucrările de *estetică*, precum și analiza marxistă în acest domeniu, datorate în primul rînd lui Georgy Lukacs și Lucien Goldmann, au fost din ce în ce mai numeroase. Introducerea metodelor structuraliste de analiză în estetică, îndeosebi de către filozoful francez de origine română L. Goldmann, au deschis căile unor cercetări într-un domeniu în care umanismul își spune cuvîntul din plin.

Subliniind faptul că știința esteticii este o *componentă* a gîndirii și vieții sociale, tovarășul Nicolae Ceaușescu, în mesajul adresat celui de-al VII-lea Congres internațional de estetică, care s-a ținut la București în august 1972, arăta : „Estetica constituie, desigur, generalizarea experienței umane în creația artistică, dar în epoca modernă ea nu poate avea ca obiect numai opera individuală, ci în mod necesar își lărgește tot mai mult sfera de cuprindere, aria de preocupări, în raport cu noile cerințe ale existenței sociale“ [35]. Fiind în același timp *operă individuală* și *operă socială*, prin reflectarea frămîntărilor individuale în cadrul social al existenței, estetica, ca expresie artistică a *existenței umane*, este și o necesitate a *condiției umane*. Marile epoci de progrese revoluționare au fost însoțite și de manifestări de amploare în artă și literatură.

Bazele științifice ale esteticii marxiste au fost puse de Georgy Lukacs în numeroase lucrări publicate. În *Balzac et le réalisme français*, el subliniază faptul că marxismul nu este *o colecție de rețete*, ci, pe de o parte, este „punerea în evidență a căii evoluției istorice“, iar pe de altă parte este „o teorie a istoriei care stă pe fundamente solide, avînd drept bază o înțelegere și o analiză a istoriei care variază cu suplețe. Această (aparentă) dualitate, care constituie de fapt unitatea filozofiei materialiste, este, de asemenea, în același timp, firul conducător pentru estetica marxistă și teoria marxistă a literaturii“ [36].

[35] Nicolae Ceaușescu. *România pe drumul construirii societății socialiste multilateral dezvoltate*, vol. 7, București, Editura politică, 1973, p. 616.

[36] G. Lukacs. *Balzac et le réalisme français*, Paris, Ed. Maspero, 1973, p. 7.

Pentru Lukacs marxismul este un ghid nu numai în revoluția proletară, dar și în revoluția esteticii, *un ghid în lupta ideologică pentru a transforma omul în totalitatea sa*. Din aceste motive Lukacs consideră că *realismul autentic* trebuie să privească omul în cadrul dinamicii dezvoltării sale individuale și sociale, sub toate aspectele manifestărilor sale psihice și spirituale. Dar nu numai atît. „Reprezentarea artistică adecvată a omului integral este chestiunea estetică centrală a realismului. Însă aplicația consecventă din punct de vedere estetic depășește, ca în toată filozofia artei aprofundate, simpla estetică : principiul artei comportă, exact în marea sa puritate, cantități de aspecte sociale, morale și umanistice“ [37]. Deci nu o estetică formală, fără conținut, în care omul dispare într-o beție de cuvinte, fără sens, oricît de inventive ar fi ele, ci reprezentarea omului în totalitatea sa, sub toate aspectele, în complexitatea sa psihică, spirituală, cu frămîntările sale individuale, în cadrul general social, care în final le determină, dacă nu în exclusivitate, în cea mai mare măsură.

O amplă analiză a curentelor în estetica modernă a fost realizată de Lucien Goldmann, care a introdus metoda *structuralismului genetic* în analiza operelor literare îndeosebi. El consideră că opera lui Lukacs în domeniul estetic și introducerea structuralismului genetic ca metodă științifică de analiză *reprezintă o adevărată cotitură în sociologia literară*. Analizînd principiile fundamentale ale structuralismului aplicat la *științele despre om în general și la critica literară în particular*, Goldmann consideră că „structuralismul genetic pleacă de la ipoteza că *orice* comportament uman este o încercare de a da un *răspuns semnificativ* la o situație particulară și tinde, prin aceasta, chiar să creeze un echilibru între subiectul acțiunii și obiectul ei, lumea înconjurătoare“ [38]. Goldmann distinge trei curente care se manifestă în *subiectul* gîndirii și acțiunii. Cel empirist, raționalist și fenomenologic, care are drept subiect în mod exclusiv *individul*, alt curent, cel romantic, în care *colectivitatea* este singurul subiect real și autentic, și al treilea, al gîndirii dialectice hegeliene și în special marxiste, care admite „că colectivitatea este

[37] *Op. cit.*, p. 10.

[38] L. Goldmann. *Sociologia literaturii*, București, Editura politică, 1972, p. 169.

subiect real, fără însă a uita că această colectivitate nu este nimic altceva decît o rețea complexă de relații interindividuale și că deci trebuie întotdeauna precizată structura acestei rețele și locul particular pe care îl ocupă în ea indivizii care apar în mod manifest ca subiecți, dacă nu ultimii, cel puțin imediați, ai comportării studiate" [39]. Subiectul real este o împletire între individual și colectiv, personalitate și societate, care se influențează în mod reciproc și face ca acțiunea să reflecte realități individuale și sociale. Estetica este ridicată astfel la rangul de știință, pe lîngă faptul de a fi artă.

Dînd expresie protestului împotriva stărilor rezultate din dominarea capitalismului monopolist de stat nord-american, Herbert Marcuse face în *Contre-révolution et revolte* un amplu rechizitoriu la adresa capitalismului, care instituționează contrarevoluția în toate condițiile în care revoluția proletară sau democrat-populară își croiește drumul spre victorie. Arta este direct influențată de aceste stări sociale : „Tensiunea dintre artă și revoluție pare de netrecut. Nu poate arta însăși, în practică, să schimbe realitatea, și n-ar putea să se supună exigențelor concrete ale revoluției fără să se renege. Însă ea poate trage, și trage de fapt inspirația sa, chiar forma sa, din mișcarea revoluționară predominantă, căci revoluția face parte din substanța artei. Substanța istorică a artei se afirmă în orice mod de alienare, ea exclude că, recucerind azi forma estetică, n-ar putea însemna nici într-un caz renașterea clasicismului, romantismului sau orice formă tradițională" [40].

În aceste căutări ale artei apar curente, manifestări dintre cele mai îndrăznețe sau chiar bizare. Revolta cercurilor intelectuale de stînga alimentează uneori fantezia dincolo de expresia estetică legată de realitățile sociale. „Literatura radicală — scrie Marcuse —, care se exprimă informativ asupra unui mod direct mai mult sau mai puțin spontan, prevede conținutul său politic, în același timp forma estetică" [41]. Contrar acestor curente sînt operele ce arată expresia realității sociale revoluționare. Arta este politică, chiar în *absența* unui conținut

[39] *Op. cit.*, p. 170.
[40] H. Marcuse. *Contre-révolution et revolte*, Paris, Ed. Seuil, 1973, p. 146.
[41] *Op. cit.*, p. 147.

nemijlocit politic, așa cum sînt operele lui Brecht, în care arta se integrează în revoluție, în forme estetice de înaltă valoare. Pentru Marcuse arta este indisolubil legată de revoluția socială : „Forma estetică va continua să se modifice pe măsură ce practica politică va reuși sau va eșua în construcția unei societăți mai bune" [42]. Ridicîndu-se împotriva barbariei, care se cere abolită împreună cu sistemul social care o generează, în speță capitalismul cu toate formele sale morbide și în artă, Marcuse conclude : „Soarta artei rămîne legată de aceea a revoluției" [43].

O contribuție deosebită a avut-o la noi, în estetică, Tudor Vianu. Referindu-se la semnificația filozofică a artei, T. Vianu consideră că „întregul proces al lumii se silește către perfecțiunea artei, de care se apropie din cînd în cînd fără să putem spune că o atinge cu plinătate vreodată. Semnificația filozofică a artei constă în faptul de a reprezenta de pe acum, în formele ei proprii, prefigurația țintei generale către care se silește întregul univers, cu reușite deocamdată parțiale și instabile" [44].

Într-o culegere de lucrări, publicată sub genericul *Estetica filozofică și științele artei*, filozofi, esteticieni, critici de artă români expun părerile cu privire la obiectul esteticii ca știință. În final, Marcel Breazu consideră că „precizarea obiectului esteticii — legat de înțelegerea, pe de o parte, a valorii în genere (ca relație obiect-subiect) și, pe de altă parte, a valorii *estetice* (ca act axiologic apt de dezvoltări *infinite*, antrenînd în actul de valorizare omul total) — este menită să dea disciplinei noastre conturări mai precise" [45]. Estetica marxistă examinează de pe bazele științifice ale gîndirii dialectice onticul și axiologicul din opera de artă, relația subiect-obiect prin prisma relației individ-colectivitate, în cadrul larg social, în spiritul revoluționar al vremurilor în care se desfășoară acțiunea.

Examinînd modul cum se realizează *progresul în artă*, Ion Pascadi subliniază : „Împrejurările sociale pot favoriza înflorirea talentelor, manifestarea genialității artis-

[42] *Op. cit.*, p. 152.
[43] *Op. cit.*, p. 152.
[44] T. Vianu. *Filozofie și poezie*, București, Editura enciclopedică română, 1971, p. 104.
[45] *Estetica filozofică și științele artei*, București, Editura științifică, 1972, p. 20.

tice, dar nu le creează, după cum modificarea acestora nu este urmată de o ofilire a individualităților artistice“ [46]. Epoca socială a revoluției cuprinde o întreagă perioadă istorică, și în acest cadru trebuie examinat progresul în artă generat de luptele sociale revoluționare. De aceea progresul social trebuie considerat ca fundamental în progresul în artă, deoarece progresul social, cum subliniază Pascadi, nu este numai progres economic sau politic, ci și în toate domeniile culturii și civilizației. Relația dintre structura materială a societății și suprastructura spirituală este determinantă, reciprocă, ceea ce face ca progresul social cu întreaga sa bază materială și spirituală să se influențeze continuu, să determine progresul.

Numeroase lucrări care apar în domeniul esteticii pun și problema crizei în estetică, așa cum se pun și problemele crizei în fizică. În momentul cînd apar elemente noi, metode și interpretări care revoluționează știința, „estetica se află într-adevăr la răscruce, dar nu în sensul că este în impas, ci că în fața ei se deschid numeroase drumuri“ [47]. Aceste drumuri trebuie să fie căutate, descoperite, cercetate în mod științific. Estetica joacă acest rol pentru artă.

REVOLUȚIA SOCIALISTĂ ȘI ȘTIINȚELE SOCIALE

Revoluția socialistă într-un număr important de țări, revoluția socială, de o foarte mare diversitate în țările care au scuturat jugul colonialismului, revoluția în știință și tehnică au creat o bază foarte largă pentru cercetarea din domeniul științelor sociale. Așa cum relevă Valter Roman în articolul citat, „ne-am obișnuit să vorbim despre revoluția socială, dar nu și despre revoluția din domeniul științelor sociale“. După părerea sa, deși există condițiile obiective pentru o revoluție în domeniul științelor sociale, în acest domeniu s-a constatat o rămînere în urmă în raport cu toate celelalte ramuri ale științei. Știința socială, remarcă V. Roman, poate și trebuie să exercite o influență tot mai accentuată asupra dezvoltării accelerate a progresului tehnico-științific, participind la

[46] I. Pascadi. *Estetica între știință și artă*, București, Editura Albatros, 1971, p. 160.
[47] *Op. cit.*, p. 303.

alegerea direcțiilor mai importante ale dezvoltării științei, la fel cum științele naturii au implicații asupra dezvoltării sociale.

Fără îndoială că în această epocă, în domeniul științelor sociale au apărut numeroase lucrări de foarte mare valoare. Ele însă nu analizează în suficientă măsură fenomenele noi din societatea contemporană, nu indică decît în slabă măsură căile dezvoltării sociale pe baza unor previziuni riguros științifice.

Revoluția socialistă din 14 țări ale lumii ridică numeroase probleme, unele specifice fiecărei țări în parte, altele cu caracter general, care merită să fie obiectul unor analize științifice profunde, avînd implicații deosebite asupra dezvoltării țărilor socialiste și a influenței socialismului în lume. Au apărut numeroase lucrări în acest domeniu, dar acestea nu răspund decît în parte la variatele probleme ale dezvoltării în condițiile socialismului, ale înaintării către comunism.

La Congresul al XI-lea al P.C.R. s-a adoptat *Programul Partidului Comunist Român — carta fundamentală ideologică, teoretică și politică a partidului, programul făuririi societății socialiste multilateral dezvoltate și al înaintării patriei noastre spre comunism.*

Succesele obținute în desfășurarea revoluției socialiste din țara noastră au deschis căile pentru elaborarea *strategiei generale* și *orientările tactice*, care să orienteze întreaga activitate a partidului în viitoarele decenii în făurirea Programului.

În *raportul C.C. al P.C.R. la Congresul al XI-lea al partidului*, tovarășul Nicolae Ceaușescu subliniază necesitatea elaborării unei *concepții teoretice și politice unitare*, care să ghideze activitatea partidului în viitoarele etape ale dezvoltării socialiste și comuniste a țării noastre. „Programul fundamentează științific principiile de bază ale societății socialiste multilateral dezvoltate, ca fază superioară a socialismului, în procesul trecerii treptate spre comunism“ [48], arată tovarășul Nicolae Ceaușescu. Printr-o viziune științifică a epocii revoluționare viitoare din țara noastră, în raport se arată : „Trecerea de la societatea socialistă multilateral dezvoltată spre comunism

[48] Nicolae Ceaușescu. *România pe drumul construirii societății socialiste multilateral dezvoltate*, vol. 11, București, Editura politică, 1975, p. 101.

se va realiza în cadrul unui proces dialectic unitar, prin acțiunea conștientă a maselor populare pentru înlăturarea vechiului, a ceea ce nu mai corespunde noilor forțe de producție, prin aplicarea cuceririlor științei și tehnicii înaintate, prin perfecționarea noilor relații sociale, prin transformarea revoluționară a societății"[49]. În aceste procese revoluționare, care cresc în complexitate, crește și rolul partidului comunist, care va conduce întregul proces revoluționar al dezvoltării societății socialiste spre comunism.

Legătura dialectică între procesele revoluționare interne și dezvoltarea revoluționară în întreaga lume constituie o bază fundamentală a strategiei și tacticii revoluționare stabilite prin Programul Partidului Comunist Român.

Rolul științelor sociale nu se limitează numai la o analiză teoretică și generalizare teoretică, ci și la practica dezvoltării sociale, pe baza principiilor materialismului dialectic și istoric. Tovarășul Nicolae Ceaușescu subliniază : „Se impune, de asemenea, să se studieze și să se ia măsuri pentru o mai bună organizare a activității în domeniul științelor sociale, pentru înlăturarea fărîmițării forțelor de cercetare, asigurarea unei îndrumări și orientări unitare spre problematica fundamentală a vieții sociale, a gîndirii contemporane, în vederea sporirii contribuției științelor sociale la activitatea generală a partidului, la mersul înainte al societății noastre"[50]. Rolul științelor sociale nu este numai gnoseologic sau epistemologic, ci ele au și un rol în desfășurarea revoluției sociale, în desăvîrșirea ei.

Oamenii de știință din domeniul științelor sociale din țara noastră, ca și din toate țările socialiste, pornind de la principiile fundamentale ale materialismului dialectic și materialismului istoric, au datoria să elaboreze cercetări în acest domeniu, publicarea unor lucrări care să trateze pe larg realizările, generalizarea teoretică și practică a celor mai importante legități rezultate din practica construcției socialiste din fiecare țară în parte, descifrarea căilor care duc spre comunism, a marilor probleme care se ridică în acest domeniu în țările socialiste.

[49] *Op. cit.*, p. 102.
[50] Nicolae Ceaușescu, *op. cit.*, vol. 4, p. 324.

Frămîntările sociale din țările capitaliste dezvoltate cer o analiză profundă pentru a descoperi căile care vor aduce victoria clasei muncitoare, creșterea influenței partidelor comuniste în rîndurile oamenilor muncii. În cea mai puternică țară a capitalismului monopolist de stat — Statele Unite — lucrările apărute în domeniul științelor economice, politice, diplomatice și militare sînt numeroase și toate încearcă să justifice și să mențină modul de viață american, baza socială a capitalismului monopolist de stat. Printre cele mai remarcabile se numără lucrările despre *noul stat industrial* și *era belșugului* ale economistului american J. K. Galbraith, care, fără îndoială, au o importantă valoare științifică, analizează căile dezvoltării capitalismului american, fără însă să rezolve marea problemă și contradicțiile de mari proporții care frămîntă societatea americană contemporană. Lucrările lui W. W. Rostow despre *societatea de consum* și *era consumului de masă* sînt încercări de a proslăvi capitalismul monopolist de stat american, fără însă să poată răspunde la soluționarea marilor probleme care frămîntă această țară. Aceste soluții nu se vor găsi plecînd de la bazele capitalismului monopolist.

Numeroase alte lucrări despre *statul industrial*, altele cu caracter de prognoză, ca *statul postindustrial*, nu fac decît să reia aceeași temă a economiștilor americani în căutarea unor soluții în condițiile *capitalismului caduc*, ceea ce face ca orice fel de asemenea încercări să fie sortite eșecului. Herbert Marcuse expune clar această situație : „Extinderea exploatării la o parte importantă a populației, însoțită de un înalt nivel de viață, aceasta este realitatea care se ascunde în spatele fațadei *societății de consum ;* această realitate este forța unificatoare care asimilează, pe spatele indivizilor, clase considerabil diferite și opuse ale populației aflate în pătura de jos"[51]. Contradicțiile epocii capitalismului monopolist de stat s-au ascuțit în așa măsură, încît numai dispariția sa completă le mai poate soluționa. Acesta este ajunul unor mari transformări sociale și politice.

Dintre aceste probleme trebuie cunoscut faptul că, în pofida dezvoltării dinamice a economiei americane și a succeselor obținute de aceasta, contradicțiile dintre în-

[51] H. Marcuse. *Contre-révolution et revolte*, Paris, Ed. Seuil, 1973, p. 26—27.

susirea privat-capitalist-monopolistă și producția cu caracter social din ce în ce mai puternică fac ca foarfecele venitului național să cunoască mari disproporții, marea masă a americanilor trăind, așa cum au afirmat toți președinții Statelor Unite care au urmat după al doilea război mondial, sub nivelul minim acceptat în această țară. De asemenea, menținerea populației de culoare și a celei băștinașe indiene într-o situație de inferioritate provoacă revolta generală a lumii. Faptul că în condițiile acestei prosperități a societății de consum o mare parte a populației trăiește în condiții mizere în raport cu condițiile generale de viață din această țară arată imposibilitatea soluționării contradicției dintre exploatatori și exploatați, bogați și săraci, în condițiile capitalismului monopolist de stat.

Criza economică și financiară, șomajul cronic și inflația galopantă, criza monetară, care zdruncină periodic de două decenii întreg sistemul monetar capitalist, criza petrolului și a materiilor prime miniere, criza alimentară cronică din țările slab dezvoltate, adîncirea contradicțiilor dintre țările dezvoltate și cele slab dezvoltate, lupta țărilor din lumea a treia pentru a scutura dominația economică a neocolonialismului, fantastica cursă a înarmărilor cu arme de toate genurile, dar în special cele racheto-nucleare, au luat mari proporții în anii '70 și se reflectă în situația din toate țările capitaliste.

Întregul sistem economic al capitalismului monopolist de stat a făcut obiectul unor lucrări ale economiștilor marxiști, dar prea puțin s-au explicat anumite fenomene și îndeosebi ritmurile înalte de dezvoltare realizate în ultimele decenii, creșterea foarte puternică a productivității muncii și a eficienței economice a producției materiale în condițiile capitalismului monopolist de stat.

În țările capitaliste dezvoltate, clasa muncitoare duce o luptă foarte aprigă pentru revendicări economice și, în cîteva din aceste țări, o luptă acerbă în domeniul politic. Analiza științifică profundă a acestor lupte sociale și politice ar permite să se găsească căile pentru intensificarea lor, pentru răsturnarea sistemului social al capitalismului monopolist de stat, care generează agresiunile, exploatarea clasei muncitoare, a țărănimii, a intelectualității din țările proprii și dominarea economică în condiții total inumane a numeroase țări din lumea a treia, încurajînd agresiunile și comploturile.

Fenomenele deosebit de acute ale recesiunilor — așa au fost numite crizele economice după cel de-al doilea război mondial — ridică probleme deosebite, specifice acestei epoci, în care criza generală a capitalismului s-a împletit cu o criză generală și permanentă în domeniul monetar. *Inflația* sau *stagflația* s-au instalat cu caracter continuu în lumea capitalului. Lucrările care privesc fenomenele crizei monetare sînt numeroase, însă nici una din ele nu se ridică la nivelul științific corespunzător care ar putea indica și soluții. Printre economiștii americani din acest domeniu, teoriile și soluțiile lui M. Friedmann în domeniul monetar s-au dovedit fără posibilitatea de a scoate din marasmul inflației și a crizei de lichidități țările capitaliste dezvoltate. O analiză mai profundă a crizei monetare, care în fond este efectul crizei generale a capitalismului, efectul morbid al unei dezvoltări economice tipic capitalist-monopoliste, pe decalajul prețurilor între materiile prime și produsele finite, ar dezvălui situația reală în acest domeniu, în care și contradicțiile intercapitaliste sînt deosebit de puternice.

Luptele în domeniul monetar s-au transformat treptat în lupte nu numai cu caracter economic, dar și politic și militar. Devalorizarea monedelor sau reevaluarea lor au fost făcute întotdeauna pe spinarea maselor muncitoare și a consumatorilor. Societatea de consum a procedat fără milă împotriva consumatorilor săi, salvînd interesele marelui capital bancar și industrial, speculativ în ultimul grad. Măsurile antiinflaționiste vizează în primul rînd masa mare a populației muncitoare. Se cunoaște teoria că în criza de lichidități, care a dus la o acută criză a dolarului, toate celelalte țări capitaliste dezvoltate nu au răspuns apelurilor disperate pe care cercurile conducătoare americane le-au lansat către ele. Aceștia nu au iertat niciodată faptul că nu s-au făcut concesiile, care ar fi dus la sacrificii foarte mari, pe care le-au cerut cercurile conducătoare americane pentru a putea salva devalorizarea dolarului. În aceste condiții a fost dezlănțuită criza resurselor energetice, care, fiind o problemă reală și de mare importanță pentru viitorul omenirii, a fost transformată de S.U.A. într-o mare catacombă a monedelor țărilor capitaliste dezvoltate, care au scos astfel dolarul din marasmul în care se găsea pe spinarea celorlalte monede capitaliste și pe a țărilor slab dezvoltate care aveau sau nu aveau depozite de dolari.

Această enunțare extrem de sumară și fără pretenții de a cuprinde problemele din acest domeniu nu arată decît faptul că sînt necesare cercetări științifice de mare profunzime pentru a dezvălui întreg mecanismul crizelor economice și financiare contemporane, care se succed în perioade foarte scurte în țările capitaliste dezvoltate, analiza științifică a încercărilor capitalismului de a ieși din criza ascuțită economică și financiară.

De asemenea, probleme foarte mari se ridică în domeniul social și în țările în curs de dezvoltare sau slab dezvoltate. Aceste țări caută cu toate puterile să iasă din situația de subdezvoltare, să creeze acele condiții economice și politice care să asigure o bază economică solidă cu efecte în creșterea nivelului de trai.

Revoluția socială care s-a extins acum pe toate continentele lumii pune nu numai probleme practice ale căilor pentru cucerirea puterii de către clasa muncitoare și forțele progresiste ale fiecărei națiuni în parte, dar și numeroase probleme specifice fiecărei țări în parte, care trebuie să soluționeze dezvoltarea economică și socială în condițiile luptei împotriva imperialismului, colonialismului și neocolonialismului.

Revoluția în domeniul științelor sociale va răspunde astfel pe deplin revoluției sociale care se desfășoară în momentul de față în forme foarte variate în toate țările lumii.

BAZELE TEORETICE ALE REVOLUȚIEI ÎN ȘTIINȚĂ

Ceea ce caracterizează revoluția în științele naturii și sociale din epoca noastră este creșterea neîntîlnită încă a activității din domeniul teoretic, al cercetării științifice bazate pe instrumentele matematice ca mijloc de a descoperi legile naturii nedescifrate încă. Criza și revoluția în știință apar de multe ori nu numai din observări sau experimentări, dar în special, cel puțin în ultima vreme, din elaborarea noilor teorii. Thomas S. Kuhn arată în lucrarea citată : „Admitem deci că crizele sînt o condiție prealabilă și necesară apariției unei noi teorii și ne întrebăm acum cum reacționează oamenii de știință în

prezența lor“ [52]. Criza din fizică, care a apărut odată cu descoperirea domeniului cuantic invizibil, s-a soluționat prin elaborarea unor teorii revoluționare în mecanica și fizica cuantică. Aceasta răspunde și concepției lui Kuhn cu privire la faptul că „găsim o teorie științifică mai bună decît precedentele nu numai pentru că este un instrument mai bun pentru a înconjura de jur împrejur și a rezolva enigmele, dar de asemenea pentru că ele dau într-un sens o vedere mai exactă asupra ceea ce este în realitate natura“ [53]. Pentru a rămîne în domeniul exemplului dat mai sus, teoria cuantică, corpuscular-ondulatoare, răspundea mai exact decît teoria punctelor materiale din mecanica clasică pentru domeniul radiațiilor și subatomic nou descoperit, care a provocat crize în fizică la începutul secolului al XX-lea, și s-a rezolvat printr-o teorie revoluționară, care a deschis noi cîmpuri de experimentări și supunerea forțelor naturii în interesele societății.

Teoria grupează concepte fundamentale, coerente, care explică desfășurările logice ale unor fenomene, mișcarea lor dialectică, dezvoltarea lor, în măsură să permită în același timp previziuni, trecerea de la o stare structurală și funcțională la alta. Teoria stă la baza oricărei științe moderne. Teoria rezultată din elaborarea unor legi care guvernează experimentările sau practicile, din observarea fenomenelor naturii sau sociale și din interpretarea lor în formele cele mai generale posibile. Teoria are caracter istoric, se dezvoltă și dispare pentru a face loc unei teorii fie mai cuprinzătoare (descoperirile noi lărgesc mereu sfera unei teorii), fie că se afirmă pe o bază științifică nouă, mai plauzibilă. Teoria poate apărea — și exemplele sînt deja numeroase în zilele noastre — ca rezultat al gîndirii științifice, din raționamente matematice, din imaginarea unor experimente fizice, din deducții logice, pe care apoi observarea — ca în teoria abaterii radiațiilor de cîmpul gravitațional din teoria relativității generale a lui Einstein — le confirmă, sau experimentarea — ca în cazul teoriei ondulatoare-corpusculare a materiei a lui Broglie — demonstrează autenticitatea ei.

---

[52] Th. S. Kuhn. *La structure des revolutions scientifiques*, Paris, Ed. Flammarion, 1972, p. 99.

[53] *Op. cit.*, p. 242.

Geniala descoperire a lui Marx cu privire la evoluția orînduirilor sociale, rezultată din analiza științifică a dezvoltării istorice a societății umane, trecerea spre formele superioare, de la capitalism la socialism și comunism, și-au găsit confirmarea în revoluțiile sociale din secolul al XX-lea ; este o afirmare strălucită a gîndirii dialectice marxiste, științifică în profunzimea sa, care a permis o previziune de importanță uriașă pentru umanitate, a înarmat proletariatul, clasa muncitoare, forțele sociale progresiste cu o teorie revoluționară în măsură să ghideze practica revoluționară, căile către realizarea formelor superioare ale orînduirii sociale.

Gîndirea dialectică, metoda dialectică de cercetare a structurilor și funcțiilor, permite elaborarea unor teorii cît de cît plauzibile, pe care practica socială, experimentarea, observarea, înregistrarea și măsurarea fenomenelor terestre sau cosmice le confirmă, dacă nu în totalitate, în acele elemente care vor constitui o nouă bază în perfecționarea teoriei, în dezvoltarea ei neîntreruptă.

Într-o culegere de *eseuri de epistemologie critică*, Pierre Thuillier, examinînd modul cum se constituie teoriile, subliniază importanța și interesul critic al cercetării științifice, deoarece știința nu este un sistem închis, iar „teoriile nu sînt oglinzi în care faptele s-ar reflecta într-un mod imediat și absolut fidel“ [54]. Orice teorie nouă deschide un cîmp vast de cercetări științifice, este supusă unor analize critice, ceea ce determină dispariția sau extinderea teoriei, confirmarea sau infirmarea ei. Din punct de vedere epistemologic, caracterul relativ al teoriei este sursa principală a progresului în știință. Dialectica dezvoltării este specifică nu numai practicii sociale sau fenomenelor naturale, ci și domeniului teoretic, analiza critică a teoriilor fiind metoda esențială în descoperirea unor noi legități din natură și societate.

Teoriile trebuie să fie examinate în spirit critic, dialectic, în măsura în care practica experimentală pentru științele naturii, cea socială pentru științele sociale le confirmă sau le dezmint. Teoria devine vulnerabilă dacă previziunile sale nu se confirmă și dispare sub focul criticii, prin apariția unor noi ipoteze sau teorii. După cum afirmă Karl R. Popper în *La logique de la découverte scientifique*, metoda sa de analiză constă în „a pune teoriile la probă într-un spirit critic și a le selecționa conform rezultatelor obținute din teste“ [55]. Teoria trebuie să treacă proba practicii ca să rămînă valabilă. Fiecare disciplină științifică grupează sisteme teoretice care au o structură logică, o interconexiune dialectică, în măsură să reziste analizei critice, să declanșeze ipoteze noi, noi sisteme teoretice, care să fie confirmate de teste, de experimentări fizice, de practica socială.

„Teoriile științifice se schimbă continuu“ [56], afirmă Popper, care consideră că aceasta nu este un hazard, ci o legitate a cunoașterii. Sistemele teoretice axiomatizate au o sferă limitată. Sfera de cuprindere a axiomelor are limite strînse, cum sînt axiomele din geometria euclidiană, sau se referă la generalități foarte mari din domeniul infinitului. Popper consideră axiomele fie *convenționale*, fie *ipoteze* empirice sau științifice. De regulă, axiomele se găsesc în domeniul matematicii și al logicii, în științele abstracte.

În căutarea legilor noi, fizicianul american Richard Feynmann, Premiul Nobel pentru fizică în 1965, face o asemenea apreciere : „Trebuie să găsim o nouă viziune a lumii în acord cu tot ce este deja cunoscut, însă în dezacord undeva cu prezicerile sale, altfel n-ar fi interesant. Și acest dezacord trebuie să se acorde cu natura“ [57]. O viziune a lumii în acord cu natura și cu dezvoltarea economică, cu echitatea socială și civilizația pentru toți.

În *Philosophie et philosophie spontanée des savants* (1967), Louis Althusser — după modul său preferat în enunțările filozofice — enunță teza : „Filozofia intervine într-o oarecare realitate : *teoria*“ [58]. Aceasta înseamnă numai *a interpreta* lumea pentru a *o schimba*, filozofia trebuie să intervină și în *practică*. Dealtfel, filozofia marxistă, materialismul dialectic, ca și știința marxistă, materialismul istoric, concepția despre lume și societate,

[54] P. Thuillier. *Jeux et enjeux de la science*, Paris, Ed. Laffont, 1972, p. 50.

[55] K. R. Popper. *La logique de la découverte scientifique*, Paris, Ed. Payot, 1973, p. 28.

[56] *Op. cit.*, p. 69.

[57] R. Feynman. *La nature des lois physiques*, Paris, Ed. Laffont, 1970, p. 208.

[58] L. Althusser. *Philosophie et philosophie spontanée des savants* (1967), Paris, Ed. Maspero, 1974, p. 62.

sînt o îmbinare între teoria marxistă și practica revoluționară. Este calea pe care Marx a urmat-o permanent în activitatea sa teoretică de *a interpreta* lumea și în aceea practică de *a schimba societatea.* Din aceste motive filozofia nu poate fi numai *teorie,* ci și *practică.* Aceasta nu scade importanța teoriei pentru practică, tot așa cum practica este deosebit de importantă pentru teorie, fie ca sursă de descoperiri teoretice, fie ca verificare a valabilității enunțărilor.

Teoria va juca un rol din ce în ce mai mare atît pentru domeniul epistemologic, cît și pentru practica producției materiale și a dezvoltării sociale.

CUNOAȘTEREA ȘI PREVIZIUNEA ȘTIINȚIFICĂ

Primele mari previziuni științifice, stabilite pe baza unor teorii și calcule matematice, au apărut la începutul secolului al XIX-lea și s-au extins în secolul al XX-lea în proporții mult mai mari datorită unor uriașe acumulări în domeniul cunoașterii, a unor teorii cu o mare valabilitate științifică (teoria cuantică, teoria relativității, teoria informației etc.), a unor noi instrumente matematice de calcul de un excepțional rafinament — algebra booleiană, calculul tensorial și matricial, statistica matematică și calculul probabilistic, topologia etc., precum și dezvoltării instrumentelor tehnice de cercetare științifică. Un rol deosebit l-a avut extinderea pe scară mare a institutelor și laboratoarelor de cercetare științifică, fundamentală și aplicativă, răspîndirea acestora în învățămîntul superior și în industrie.

La începutul secolului al XIX-lea, L. Verrier stabilește pe bază de calcul existența unei noi planete — Neptun ; noua planetă a fost descoperită prin experiment mai tîrziu.

O importantă previziune în științele naturii din secolul al XIX-lea s-a realizat în chimie. Mendeleev descoperă legea periodicității elementelor chimice și pe această bază realizează și prezintă în 1869 cunoscuta clasificare, prin care stabilește existența unor elemente nedescoperite, însă previzibile teoretic. Pe aceste considerente chimiștii au căutat asemenea elemente, și în 1875 se descoperă galiul, în 1879 scandiul și în 1886 germaniul.

Într-un articol intitulat *Les particules introuvables,* doi profesori americani de fizică, O. M. Bilaniuk și J. R. Boccio, prezentînd marea descoperire a lui Mendeleev, scriau : „Subliniem că prezicerea proprietăților elementelor lipsă a fost făcută pentru rațiunile pur conceptuale ale simetriei. Prin aceasta Mendeleev a fost un precursor ; el anunța metodele viitoare care trebuiau să permită prezicerea a numeroase particule lipsă și previziunea proprietăților lor“ [59].

Cînd, la sfîrșitul secolului, volumul cunoașterii a crescut considerabil și au fost elaborate numeroase teorii științifice, ca teoria evoluției în biologie, teoria atomistică în chimie, teoria electromagnetismului în fizică, noi instrumente în matematică s-au dovedit valabile în științele experimentale, cînd în filozofie, materialismul dialectic se dovedea cea mai științifică concepție despre lume, iar materialismul istoric deschidea căile viitoare ale revoluției sociale, s-a creat baza pentru intrarea în noul secol cu mari posibilități de dezvoltare a științelor naturii, tehnice, sociale și umanistice. În acest cadru, teoriile elaborate de la începutul secolului au creat baza unor previziuni științifice de amploare.

Cele mai senzaționale au fost previziunile teoriei relativității restrînse (1905) și a relativității generale (1917), care s-au confirmat foarte repede, cum a fost deviația radiațiilor de cîmpurile gravitaționale ; altele au necesitat o perioadă mai lungă, cum au fost aplicarea în fisiunea și fuziunea atomică a principiului echivalenței energiei de repaus cu masa particulelor, cu viteza luminii în vid, sau teoria luminii stimulate, care și-au găsit expresia în maserii și laserii deceniului al șaptelea.

De o valoare considerabilă a fost previziunea în elaborarea mecanicii ondulatoare (1923—1924) a lui Broglie, despre caracterul corpuscular și ondulator al particulelor elementare. Trei ani mai tîrziu, în 1927, Grommen și Thomsen au descoperit lungimea de undă a electronului, după care, pe aceleași principii, s-au descoperit lungimile de undă pentru toate particulele materiale.

Cele mai mari previziuni științifice au fost realizate în fizica particulelor, a energiilor înalte. Rutherford elaborează teoria nucleului atomic și prevede în 1920 existența neutronului. În 1930 Bothe și Becker, în 1932 Fre-

[59] „La Recherche“ nr. 40/1973, vol. 4, p. 1037—1047.

deric și Irène Joliot-Curie descoperă aceste particule, care nu sînt altele decît neutronul lui Rutherford.

Dirac deduce din celebra sa ecuație cuantică relativistă a electronului (1928) că trebuie să existe și o particulă cu semn contrar. Anderson a descoperit această particulă în radiația cosmică, un electron pozitiv pe care l-a numit *poziton*. Cu aceasta prima antiparticulă a fost descoperită.

Pentru a salva legea conservării din radiația β, Pauli presupune în 1930 că există o particulă necunoscută, iar în 1932 Fermi numește această particulă ipotetică *neutrino*, un neutron mai mic. În 1935 fizicianul sovietic Leipanski semnalează în dezintegrarea β energia neutrinului, ca abia în 1953 Cowan și Reines să realizeze o reacție în care un antineutrin ($\bar{\nu}$) transformă protonul *(p)* într-un neutron *(n)* și un poziton (e^+):

$$p + \bar{\nu} \longrightarrow n + e^+$$

Previziunea și-a văzut astfel confirmarea științifică.

În 1934 fizicianul japonez Yukawa, studiind interacțiunile nucleare tari, prevede existența unei particule *pion*, cu o masă de 200 de ori mai mare ca a electronului. Acesta a fost descoperit în 1947 de Powell, Occhialini și Lattes în radiațiile cosmice.

Bilaniuk și Boccio arată că numeroase alte particule ipotetice n-au fost încă descoperite. Cele mai căutate și negăsite în laboratoarele fizicii energiilor înalte sînt trei particule ipotetice fundamentale, denumite de Gell-Mann *quarks*. După ipotezele emise, dacă există, quarksii au o masă foarte mare. Autorii consideră că acești quarksi ar fi „particula ultimă și indivizibilă a structurii materiei", ceea ce se pare că nu este verosimil. Toate particulele numite pînă acum elementare se dovedesc sisteme cu o complexitate puțin bănuită. Deocamdată sîntem în domeniul ipotezelor. Nici o experimentare sau observare n-au dovedit prezența lor în natură sau în laboratoare.

R. Feynmann a emis ipoteza existenței unor particule de legătură în sistemul protonului pe care le-a numit *partoni*. După cum o altă particulă ipotetică *gluon* ar juca rolul de legătură între quarksii nedescoperiți.

Toate aceste ipoteze arată că particulele elementare descoperite nu sînt elementare, sînt sisteme formate din

alte particule, sînt în același timp sistem, întreg format din părți și parte din întreg, în alte sisteme. În sistemul nucleonului s-au descoperit neutroni și protoni, în același timp nucleonul este parte din structura atomică.

Această complexitate structurală arată cît de mare este diversitatea microobiectelor și că, probabil, o particulă fundamentală să nu existe, mai degrabă o imensitate de microparticule.

Dealtfel, cercetări laborioase se fac pentru descoperirea *gravitonului* ipotetic. Ecuațiile cîmpului gravitațional al lui Einstein prezic existența undelor gravitaționale analoage cu undele electromagnetice. După cum la undele electromagnetice corespund *fotonii*, se presupune că la undele gravitaționale corespund *gravitonii*.

Celebrele ecuații ale electromagnetismului descoperite de Maxwell au determinat pe unii fizicieni să caute în cîmpurile magnetice particulele cu sarcini magnetice pe care le-au numit *monopolii magnetici*, dar care au rămas în continuare de domeniul ipotetic.

În sfîrșit, se presupune existența unor viteze mai mari decît viteza luminii în vid, ceea ce ar fi contrar fundamentelor teoriei relativității restrînse, dar pot deveni, dacă asemenea particule, numite *tachyoni*, există în realitate, baza altor teorii care să privească niveluri mai profunde din structura materiei.

Toate aceste ipoteze, care pentru moment satisfac concepțiile unor fizicieni, dacă se vor dovedi reale, dacă vor fi descoperite particulele în realitatea fizică, atunci vor transforma ipotezele în teorii științifice, care vor găsi o largă răspîndire și accepție în știință.

Unele previziuni s-au dovedit reale și în alte domenii ale științei. Secolul nostru, secolul revoluțiilor proletare, a confirmat teoriile marxiste din științele sociologice în mod strălucit. Groparul burgheziei va fi proletariatul. După orînduirea capitalistă va urma orînduirea socialistă. Aceste concluzii științifice au fost rodul unor concepții noi, cele ale materialismului istoric. Analiza științifică a dezvoltării societății, făcută de Marx și Engels, a dus la descoperirea factorilor reali care stau la baza orînduirilor sociale, la descoperirea legilor care stau la baza dezvoltării sociale.

F. Engels, în *Anti-Dühring*, face o previziune de mare valoare științifică. Odată cu preluarea mijloacelor de pro-

ducție de către societate are loc o transformare revoluționară : „Viața socială a oamenilor, care pînă acum li se opunea ca ceva impus de natură și istorie, devine acum un act liber al lor. Forțele obiective, străine care dominau pînă acum istoria trec sub controlul oamenilor înșiși. Abia din acest moment oamenii își vor făuri, pe deplin conștienți, propria lor istorie, abia din acest moment cauzele sociale puse în mișcare de ei vor avea în chip precumpănitor și în măsură tot mai mare efectele voite de ei. Este saltul omenirii din imperiul necesității în imperiul libertății“ [60]. Acest salt este în curs de realizare. Revoluția socialistă deschide căile trecerii omenirii din imperiul necesității în acela al libertății.

Previziunea este specific umană, omului de știință cu o pregătire științifică temeinică, multilaterală, contrar părerii mecaniciste a acelor ciberneticieni care consideră că au descoperit mașina de gîndit, care poate doar să descifreze tendințe previzionale în unele domenii, dar nu și previziuni științifice generale. Henri Wald arată mecanismul creator care duce de la gîndirea științifică la previziunea științifică : „Traiectoria procesului de cunoaștere în care apare limpede atît locul, cît și rolul ipotezei și previziunii ar putea fi următoarea : cunoașterea pornește de la experiența dobîndită în procesul practicii sociale, se urcă printr-o inducție intuitivă la ipoteză, apoi coboară printr-o deducție ipotetică la o judecată singulară, pe care o confruntă experimentul cu faptele, și, dacă ipoteza se verifică, se scrie din nou, de data aceasta mai sus, pînă la teză, de unde, printr-o deducție tehnică, coboară încă o dată, ajungînd la previziune, în lumina căreia se poate desfășura intervenția practică în mersul lucrurilor“ [61]. Este un proces dialectic al dezvoltării, al gîndirii creative, care de la ipoteză ajunge la teoria confirmată de practică, de evenimente, și de pe aceste baze la previziunea științifică, la descifrarea direcției de dezvoltare dialectică în natură și societate. Ascensiunea în spirală dialectică a cunoașterii și gîndirii creative deschide larg căile previziunii științifice.

[60] K. Marx și F. Engels. *Opere*, vol. 20, București, Editura politică, 1964, p. 280.

[61] H. Wald. *Op. cit.*, p. 240.

CERCETAREA VIITORULUI

Revoluția în domeniul științei a deschis largi posibilități de cercetare a direcțiilor de dezvoltare în numeroase domenii ale științei și sociale. Cercetarea viitorului a devenit obiectul a numeroase lucrări care încearcă să pătrundă pe căile încă nestrăbătute ale științei.

Numeroasele lucrări care au apărut în acest domeniu, precum și congresele foarte frecvente care tratează probleme ale viitorului omenirii, ale dezvoltării sale economice și sociale nu reflectă decît faptul că în acest domeniu revoluția în știință a fost profundă, deschizînd căi necunoscute pînă acum cu privire la previziunile științifice, la perspective mai largi, care se referă în primul rînd la viitorul omenirii.

În mesajul adresat participanților la cea de-a III-a Conferință mondială de cercetare a viitorului, care s-a ținut la București în septembrie 1972, tovarășul Nicolae Ceaușescu definea astfel obiectul acestor cercetări : „Viitorologia își propune să estimeze perspectivele și căile dezvoltării sociale, a producției de bunuri materiale, modalitățile de rezolvare a problemelor de care depinde ameliorarea continuă a condițiilor de viață ale oamenilor“ [62]. În continuare, tovarășul Nicolae Ceaușescu sublinia faptul că cercetarea științifică a viitorului trebuie să fie îndreptată către asigurarea *dezvoltării nestăvilite a forțelor de producție și înflorirea multilaterală a științei și tehnicii*, care să-și pună drept scop fundamental *progresul multilateral al popoarelor*.

Cercetarea viitorului este multidisciplinară și, înainte de toate, trebuie să aibă un larg caracter uman, social și politic. A descifra căile care vor asigura pentru toți oamenii, pentru întreaga omenire o viață demnă, civilizată, fără exploatare, fără asuprire, care să nu facă din grijile vieții cotidiene, materiale, probleme politice, care să asigure o dezvoltare a activității spirituale în toate domeniile științifice, culturale, artistice — iată un scop cu un caracter profund uman.

Cum era și normal, în domeniul cercetării viitorului s-au conturat două mari curente. Acela care urmează

[62] Nicolae Ceaușescu. *România pe drumul construirii societății socialiste multilateral dezvoltate*, vol. 7, București, Editura politică, 1973, p. 620—621.

căile progresului social și se dezvoltă în țările socialiste, precum și la numeroși oameni de știință care în mod obiectiv sînt nevoiți din propriile lor descoperiri să se îndrepte către aceste căi, și altul, promovat de acei oameni de știință care sînt legați de interesele de clasă ale marelui capital monopolist și încearcă să elaboreze previziuni de eternizare a dominației capitaliste.

În Statele Unite ale Americii, pornind de la tendințele de dominare a lumii, s-a înființat din 1961 un institut — *Hudsone Institute*, condus de cunoscutul viitorolog Herman Kahn, care consideră că „planificarea politică cere o oarecare idee de ceea ce va fi lumea cînd politica aleasă va aduce fructele sale... A reflecta la viitor poate să ne învețe mult despre prezent“ [63]. *Viitorologia* este deci, în același timp, *politologie*, și nu întîmplător acest lucru este bine înțeles de căpeteniile capitalismului monopolist de stat. *Nu oricine poate prevedea viitorul*, subliniază Kahn, dar trebuie adăugat că cei care îl scrutează de pe poziții politice o fac de pe pozițiile lor de clasă.

Este neîndoielnic că previziunea științifică nu poate fi realizată decît de pe cele mai înaintate posturi ale științei. După cum subliniază Kahn, „este imposibil de a delimita viitorul cu o siguranță absolută sau în detaliu, însă o serie de probabilități pot fi stabilite“ [64]. Tocmai din aceste motive, atunci cînd se previzionează în domeniul politologiei, intervin elementele subiective ale intereselor de clasă, concepția despre lume care determină și direcțiile social-politice și social-economice ale dezvoltării. Dar societatea are legile sale proprii de dezvoltare, obiective, și se îndreaptă pe căi mai mult sau mai puțin întortocheate sau îndelungate către formele superioare ale orînduirii sociale, ale existenței umane.

Aceasta a făcut, și nu întîmplător, ca tocmai în S.U.A. să apară necesitatea elaborării unor modele ale lumii care, bineînțeles, au luat ca bază de plecare dezvoltarea modelului american a capitalismului monopolist de stat. Se cunosc pînă acum cîteva asemenea modele, dintre care modelul elaborat în *dinamica sistemelor* al economistului american Jay Forrester și modelul elaborat pe baza *limitelor dezvoltării* — model care a fost opera unor

[63] H. Kahn et B. Bruce Briggs. *A l'Assaut du futur*, Paris, Ed. Laffont, 1972, p. 14.
[64] *Op. cit.*, p. 15.

profesori, în frunte cu Dennis Meadows de la Institutul tehnologic din Massachussets (M.I.T.). În afară de acestea, concomitent, s-a elaborat un al treilea model, mai puțin universitar, dar mult dezbătut în unele cercuri intelectuale de stînga, *modelul creșterii zero*.

Fără îndoială că aceste *modele globale* au meritul de a fi deschis dezbateri de mari proporții cu privire la viitorul omenirii și au ridicat probleme stringente ale contemporaneității, într-o viziune limitată de concepția capitalismului monopolist american. Critica foarte severă a determinat *Clubul de la Roma* să facă apel la elaborarea unui al doilea model — *Omenirea la răspîntie* — de către profesorul american Mihajlo Mesarović și profesorul vest-german Eduard Pestel.

În prefața la ediția românească a lucrării, Mircea Malița arată care sînt limitele științifice ale unor asemenea lucrări care se referă la *structura sistemului mondial* : „Modelul este o tentativă de a utiliza un instrument științific pentru reprezentarea unor realități, care prin scara și complexitatea lor depășesc capacitatea de cuprindere a intuiției sau a logicii discursive cu care stăpînim fenomenologia vecinătăților noastre imediate“ [65]. Ca modelele globale elaborate să aibă o solidă bază științifică, trebuie să se cuprindă în tendințele generale *totalitatea interdependențelor* sistemului mondial. Mircea Malița arată că nici modelul Mesarović, deși cu evidente progrese față de modelul Meadows, nu este absolvit de minusuri „care provin din sistemul de gîndire al școlii de care țin autorii“ [66]. Iar școala din care provin are rădăcini adînci în sistemul social în care funcționează.

Trebuie însă subliniat și faptul că nu se poate construi un model global pe cîțiva parametri, cum au făcut-o economiștii și sociologii americani. Mircea Malița subliniază faptul că „lumea trebuie concepută atît în diversitatea ei de condiții, cît și în varietatea ei de entități distincte, cu căi de dezvoltare proprii, cu decizii și soluții adaptate la realitățile specifice“ [67]. Datorită complexității structurii sistemului mondial, un model global științific se poate realiza pe baza analizei dialectice a dezvoltării

[65] M. Malița. Prefață la lucrarea lui Mihajlo Mesarović și Eduard Pestel *Omenirea la răspîntie*, București, Editura politică, 1975, p. XVII.
[66] *Op. cit.*, p. XXII.
[67] *Op. cit.*, p. XXIII.

sociale, care se referă la legile fundamentale ale dezvoltării economice și sociale, care determină în final și concepția politică a orînduirii sociale. Modelele americane elaborate pînă acum n-au ținut seama tocmai de aceasta pentru a putea fi considerate valabile, științifice.

Despre importanța creării modelelor și a simulării, pe ramuri ale științei, ca modele biologice, ecologice, economice și altele, sau ale sistemului global vorbește și Joël de Rosnay în lucrarea *Le macroscope*. Modelele sînt rezultatul confruntării unor elemente de mare complexitate și a interdependenței dintre un număr foarte mare de factori, de parametri de natură economică, socială, și nu puțini factori variabili de natură subiectivă. Rosnay scrie : „Noua viziune a lumii nu este efectul unei singure cauze, ci rezultatul convergenței, integrării și interdependenței unui mare număr de factori“ [68]. Tocmai în aceasta constă și dificultatea de a introduce toți acești factori în bloc, prin ecuații matematice, în ordinatoare, care pot da foarte valoroase modele de probleme luate separat, dar nu vor da un model global științific, care poate rezulta numai dintr-o analiză dialectică a dezvoltării societății, cu toate aspectele sale economice și sociale, ideologice și politice.

Toate aceste încercări, deși au meritul de a încerca să creeze modele, nu reușesc să dea o viziune științifică și, în orice caz, atractivă pentru masele muncitoare din propriile lor țări, nici pentru popoarele din țările subdezvoltate. Cu toate că modelul M.I.T. pleacă de la o problemă deosebit de importantă, aceea a limitelor resurselor naturale, care merită o examinare deosebit de atentă, acesta nu reușește, datorită limitelor concepțiilor capitaliste a celor care l-au elaborat, să găsească căile de dezvoltare ale tuturor popoarelor din lume și propun, bineînțeles, limite ale dezvoltării care pentru țările cu economie înapoiată ar însemna înfometare cronică și dispariție fizică.

Într-o lucrare, semnificativ intitulată *La maîtrise du futur*, François Hetman (administrator principal la Organizația cooperării și dezvoltării economice — O.C.D.E.)

[68] Joël de Rosnay. *Le macroscope*, Paris, Ed. Seuil, 1975, p. 237.

consideră că această stăpînire a viitorului se realizează atunci cînd „scopurile societății de producție devin astfel mijloace în societatea cunoștințelor : crearea cunoștințelor și fabricarea bunurilor au, sigur, o finalitate proprie nivelului lor, însă apar ca factori în optica dezvoltării competențelor“ [69]. Fără îndoială, cunoașterea, lărgirea continuă a cunoștințelor despre natură, om și societate aduc o mare contribuție la progresul omenirii, fără ca în viitor să fie necesară o *societate a producției* sau o *societate a cunoștințelor*, ci o societate în care cunoașterea și producția, relațiile sociale îndeosebi, să creeze acea existență umană care va trece din imperiul necesității în cel al libertății, cum sublinia F. Engels.

După părerea lui Bertrand de Jouvenel, *viitorologia* s-a dezvoltat îndeosebi la economiști, deoarece aceștia au numeroase preocupări previzionale. Această activitate nu poate pretinde decît de a descifra anumite direcții în dezvoltarea economică, nicidecum să poată prezice fenomenele așa cum vor apărea în viitor. Jouvenel scrie : „Previzionistul care are grija de a da cea mai bună părere a sa nu vrea să se creadă, și trebuie să se teamă de a lăsa să se creadă că există o «știință a viitorului» capabilă să enunțe cu siguranță ceea ce va fi“ [70]. Pledînd pentru un *forum previzional* — lucrarea a fost editată pentru prima oară în 1964 —, Jouvenel consideră că ar fi naiv să se creadă că progresul general ar asigura și un progres în cunoașterea noastră a viitorului, ținînd seama că dinamica dezvoltării face să apară mereu noi elemente care intervin în dezvoltare. Din aceste motive el consideră că nu trebuie să prevedem viitorul „o dată pentru totdeauna, însă de a-l discuta continuu“ [71]. De aici, necesitatea de cercetare continuă a viitorului pentru a putea realiza baza științifică a dezvoltării societății, de a descifra legile dezvoltării, direcțiile către care trebuie îndreptată cercetarea științifică.

După părerea exprimată de Pierre Dubois, „reciproc, abordarea științifică a devenirii sociale postulează exis-

[69] F. Hetman. *La maîtrise du futur*, Paris, Ed. Seuil, 1971, p. 164.

[70] Bertrand de Jouvenel. *L'Art de la conjecture, futuribles*, Paris, Hachette Littérature, 1972, p. 31.

[71] *Op. cit.*, p. 339.

tența unor determinisme sociale care conferă viitorului rădăcini în trecut. Observarea și explicarea trecutului devin atunci condiția stabilirii unor scheme explicative care stau la baza explorării viitorului“ [72]. O asemenea metodă științifică a utilizat K. Marx, care, pe baza studiilor aprofundate ale orînduirilor sociale și îndeosebi ale capitalismului, a ajuns la concluzia de o mare importanță istorică că evoluția societății se va îndrepta către orînduirea socialistă, către societatea fără clase sociale, fără asuprirea și dominația unor popoare. Dubois ajunge la concluzia că viitorologia nu poate fi o știință : „Astfel, prospectiva nu apare ca o știință, ci ca rezultatul necesar al unui proces științific în domeniile științelor sociale care se urcă complet“. Este corect să nu se considere *prospectiva* ca știință, deoarece *ceea ce va fi* poate fi determinat ca tendință, și nu ca legi riguroase ale științei. Dubois consideră *viitorologia* un proces în care distinge trei faze logice : în prima fază se va face studiul istoric al mecanismului social și economic al dezvoltării, în a doua fază se va pune trecutul în perspectivă, ca în final gîndirea științifică să descifreze tendințele de dezvoltare socială în viitor. Ne găsim astfel, chiar dacă autorul nu o declară, în plin materialism istoric. Gîndirea științifică l-a adus pe această cale, descoperită la mijlocul secolului al XIX-lea de K. Marx și F. Engels.

O analiză a limitelor viitorologiei, scrisă cu o vervă științifică specifică lucrărilor lui Georges Elgozy, este întreprinsă în lucrarea *Le bluff du futur :* „Viitorologia — știința despre ceea ce nu se atinge încă sau știința despre ceea ce nu se va ajunge niciodată“ [73]. Autorul lucrării *Le désordinateur* revine încă o dată să afirme : „La erorile previziunilor noastre se adaugă, dacă se poate spune așa, flagrante omisiuni. Cît de bine ar fi informați cei care lucrează cu ordinatoarele, ei n-au putut să anunțe creșterea tendințelor iraționale într-o lume rațională“ [74]. Ordinatoarele nu pot da sau extrapola decît ceea ce gîndirea umană, rațională sau irațională, se programează în limbajul matematic al mașinilor. Introducînd în calcule parametrii dezvoltării modelului american al capitalismului monopolist de stat, nu pot rezulta decît modele și previziuni iraționale din punct de vedere social.

[72] P. Dubois. *Est la futurologie une science ?*, în „Projet“ nr. 63/1972, p. 263—273.
[73] G. Elgozy. *Le bluff du futur*, Paris, Ed. Colmann-Lévy, 1974, p. 80.
[74] *Op. cit.*, p. 130.

În condițiile dezvoltării contemporane a societății nord-americane, ale ritmurilor schimbărilor economice și sociale a apărut conceptul de *șoc al viitorului*. În cartea cu același titlu, Alvin Toffler face considerații previzionale pentru a evita ca acest șoc să provoace anumite stări care pot duce la situații cu caracter catastrofal. De aceea Toffler consideră că „o imagine coerentă a viitorului ne va putea furniza informații prețioase și pentru prezent“ [75].

Făcînd o amplă analiză a unor anumite stări de lucruri existente în societatea americană, el consideră că *„omul trebuie acum să controleze evoluția în mod conștient“* [76], evitînd în acest mod șocul cu schimbările care vor apărea în viitor, trebuie să anticipeze viitorul și să-l proiecteze pentru a satisface nevoile umane. Scopul final al *prospectivei sociale* este „supunerea procesului de evoluție conducerii conștiente a omenirii“ [77]. Fără îndoială că acestui scop trebuie să-i fie subordonate principalele cercetări ale viitorului.

Dar nu-i suficient numai să anticipezi și să proiectezi evoluția, ci să participi în mod activ în acele domenii ale activității practice și teoretice ale societății care vor face ca evoluția să se îndrepte mai rapid spre țelurile de echitate socială, de condiții de viață care să asigure pentru toți oamenii un viitor sigur într-o civilizație superioară.

Problema previziunii evenimentelor are o mare importanță politică și este posibilă în condițiile în care are o solidă bază științifică, o concepție despre societate căreia numai materialismul istoric îi poate da un caracter științific. Previziunea științifică stă la baza cercetării viitorului și fiindcă aceasta se ocupă de evenimentele economice, sociale și politice, necesită o concepție despre lume care să corespundă stărilor obiective din societate,

[75] A. Toffler. *Șocul viitorului*, București, Editura politică, 1974, p. 16.
[76] *Op. cit.*, p. 474.
[77] *Op. cit.*, p. 475.

o analiză a esenței lucrurilor și a fenomenelor, evenimentelor ce derivă din aceasta.

Într-o lucrare care tratează *problemele sociologice ale dezvoltării științei*, legătura indisolubilă dintre știință și societate, *Sociologia științei*, G. N. Volkov consideră că „cercetarea viitorului este profund umană, că aceasta se ocupă, pe de o parte, de esența naturală a omului, iar pe de altă parte de esența umană a naturii" [78]. Previziunile în domeniul societății nu pot avea decît un caracter profund uman, care tratează despre viitorul omului și al societății, avînd numeroase implicații pluridisciplinare, îndeosebi în domeniul economic, politic, demografic, social, în cel mai general sens al cuvîntului. Cum viitorul societății nu poate fi rupt de cadrul natural al existenței, științele naturii, ca și cele sociale, științele umanistice, ca și cele filozofice formează cadrul larg al cercetării viitorului.

*

În cuvîntarea rostită de secretarul general al P.C.R., tovarășul Nicolae Ceaușescu, la lucrările Congresului al X-lea al Uniunii Tineretului Comunist, s-a subliniat importanța, în educarea tineretului comunist, a concepției revoluționare a proletariatului, precum și importanța extinderii cunoașterii în tainele naturii și în procesele sociale: „Materialismul dialectic și istoric oferă posibilitatea cunoașterii tainelor naturii, ale universului, a înțelegerii marilor procese care au loc în lumea înconjurătoare, a aprofundării legilor dezvoltării societății, a înțelegerii superioare a sensului destinului și rolului omului. Trebuie să avem permanent în vedere că minunatele cuceriri ale revoluției tehnico-științifice, ale cunoașterii umane demonstrează zi de zi justețea tezei materialist-dialectice după care nu există nici o latură a vieții și naturii, a universului care nu poate fi cunoscută. Sînt încă multe laturi necunoscute, dar ele pot și trebuie să fie cunoscute. De aceea trebuie acționat cu fermitate, în mod cutezător, pentru lărgirea orizontului cunoașterii, pentru a face ca tot ceea ce a creat natura, tot ceea ce există în univers să fie pus în serviciul cunoașterii, al fericirii, libertății și bunăstării omului, al independenței popoarelor" [79].

Descoperirea tainelor infinitului necunoscut va rămîne o sarcină permanentă a progresului în știință. De aceea, problemele cunoașterii trebuie să rămînă mereu în actualitate, disciplinele respective să sistematizeze cunoștințele, să promoveze extinderea cercetărilor în domeniile necunoscute, să participe activ la marile dezbateri științifice. În acest mod, gnoseologia și epistemologia vor fi mereu prezente în revoluția din știință, în revoluția socială.

[78] G. N. Volkov. *Sociologia științei*, București, Editura politică, 1969, p. 264.

[79] Nicolae Ceaușescu. *România pe drumul construirii societății socialiste multilateral dezvoltate*, vol. 12, București, Editura politică, 1976, p. 155.